

UNIVERSITÉ DE PARIS

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

Année 1916-1917

ÉTUDE DES EAUX
DE LA
Champagne Pouilleuse
PAR LA MÉTHODE DES CHLORURES

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Docteur de l'Université de Paris

(PHARMACIE)

Présentée et soutenue le Juillet 1917

PAR

Charles LIOUST

Pharmacien aide-Major de 1^{re} classe.

JURY { MM. MOUREU, Président.
DELEPINE, Professeur.
SOMMELET, Agrégé.

NEUILLY-SUR-SEINE

Imprimerie ROCHE, 52 bis, rue Jacques-Dulud.

1917.

UNIVERSITÉ DE PARIS
ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE
Année 1916-1917

ÉTUDE DES EAUX
DE LA
Champagne Pouilleuse
PAR LA MÉTHODE DES CHLORURES

THÈSE

Pour l'obtention du diplôme de Docteur de l'Université de Paris

(PHARMACIE)

Présentée et soutenue le Juillet 1917

PAR

Charles LIOUST

Pharmacien aide-Major de 1^{re} classe.

JURY { MM. MOUREU, Président.
 DELÉPINE, Professeur.
 SOMMELET, Agrégé.

NEUILLY-SUR-SEINE

Imprimerie ROCHE, 52 bis, rue Jacques-Dulud.

1917.



PERSONNEL DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

- MM. H. GAUTIER, Directeur, *, Q I.
BOURQUELOT, Assesseur, *, Q I.
G. DURSANT, Secrétaire, Q I.

PROFESSEURS

- MM. GUIGNARD, Membre de l'Institut, O. *, Q I. Botanique générale.
VILLIERS, *, Q I. Chimie analytique.
BOURQUELOT, *, Q I. Pharmacie galénique.
H. GAUTIER, *, Q I. Chimie minérale.
RADAIS, *, Q I. Cryptogamie.
BÉHAL, O. *, Q I. Chimie organique.
PERROT, *, Q I. Matière médicale.
COUTIÈRE, *, Q I. Zoologie.
BERTHELOT, Q I. Physique.
GRIMBERT, *, Q I. Chimie biologique.
MOUREU, Membre de l'Institut, *, Q I. Pharmacie chimique.
LEBEAU, *, Q I. Toxicologie.
DELÉPINE, Q I. Hydrologie et Hygiène.
Directeur honoraire : M. GUIGNARD, O. *, Q I.
Professeur honoraire : M. BOUCHARDAT, O. *, Q I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

- | | |
|-------------------|------------------|
| MM. GUERBET, Q I. | MM. GUÉRIN, Q I. |
| VALEUR, *, Q A. | LUTZ, Q I. |
| BOUGAULT, Q I. | GORIS, Q I. |
| SOMMELET, Q I. | LAUNOY. |
| DAMIENS. | HÉRISSEY, Q I. |
| TASSILLY, Q I. | |

CHARGÉS DE COURS

- MM. GUERBET, Q I. Minéralogie.
Marc HONNORAT, Q I. Législation et Déontologie pharmaceutiques

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

- MM. DEFACQZ, Q I. Chimie générale.
COUSIN, Q I. Chimie analytique.
SOUÈGES, Q A. Micrographie.
MOURLOT, Q I. Physique.
BARTHELAT, *, Q I. Microbiologie.
JAVILLIER, Q I. Trav. génér. de 4^e année
Chef du Laboratoire des examens pratiques : M. JAVILLIER, Q. I.
Bibliothécaire en Chef : M. DORVEAUX, Q I.

INTRODUCTION

L'honneur qu'a bien voulu nous faire Monsieur le Professeur MOUREU, en acceptant la présidence de cette thèse, nous a profondément touché, et nous tenons avant tout, à l'assurer de notre respectueuse reconnaissance.

Nous en devons le sujet au Pharmacien Major MALMÉJAC qui, dès 1915 a bien voulu nous recevoir dans son laboratoire de la N° Armée, et depuis, nous a toujours guidé, encouragé et conseillé dans tous nos travaux. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre plus sincère et plus profonde gratitude.

Nous n'avons garde d'oublier la bienveillance que Monsieur le Médecin Principal SACQUÉPÉE nous a toujours témoignée, nous tenons à l'en remercier tout particulièrement.

L'œuvre entreprise a nécessité le concours de beaucoup de bonnes volontés qui ne nous ont jamais fait défaut. Nous adressons tout spécialement nos remerciements au collaborateur aussi aimable que dévoué qu'a été pour nous Marcel DUGARDIN, ingénieur chimiste, en service au laboratoire.

Ce travail, entièrement effectué au laboratoire de chimie de la N° Armée, est sans doute incomplet, mais nos Maîtres n'oublieront pas que c'est là œuvre de guerre, ce qui nous assurera de toute leur indulgence.

Qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression profonde de la reconnaissance de leur ancien élève.

GÉNÉRALITÉS

Il y a bien près de 50 ans que l'on s'occupe sérieusement de l'étude des eaux ; de très nombreux travaux ont paru sur cette question et il en paraîtra encore beaucoup d'autres avant qu'elle ne soit résolue.

C'est qu'en effet elle est des plus complexes et nécessite des connaissances sûres en géologie, hydrologie, chimie et bactériologie.

Le rôle de l'eau à la surface du globe est tel, que sans elle, toute vie serait impossible, de là l'importance primordiale de son étude.

Du reste, les anciens avaient eu, comme nous, le souci de leur alimentation en eau, et s'ils ne lui demandaient que d'être claire, fraîche et agréable au goût, ils savaient qu'une eau possédant ces qualités devait être préservée de toute souillure et la surveillance des sources était pour eux un tel souci, qu'ils en avaient même fait un culte.

En 630, le roi Dagobert émettait un édit qui frappait d'amende la souillure des puits, en 1224, l'empereur Frédéric II se montrait bien plus sévère, mais ce n'étaient là que de faibles essais de réglementation d'une portée assez minime. A cette époque, en effet, l'hygiène était très particulariste et s'adressait à une ville, à une secte religieuse, au détriment de tout le reste du genre humain.

C'est en 1802, que fut créé à Paris, le premier conseil d'hygiène, sous l'instigation du pharmacien Cadet-Gassicourt qui était le conseiller de

Dubois, préfet de police de l'époque; il était composé de quatre pharmaciens Cadet-Gassicourt, Huzard, Deyeux et présidé par Parmentier. Cinq ans plus tard en 1807, deux médecins Leroux et Dupuytren furent adjoints à ces quatre pharmaciens.

C'est de cette époque que datent les premières études sérieuses d'hygiène et que l'on commence à s'occuper des eaux d'alimentation.

En 1669, R. Boyle, avait fait les premiers essais d'analyse minérale de l'eau, mais ce n'est que 109 ans après, en 1778, que Scharemborg, de Stockholm abordait la question des matières organiques.

Depuis, ces deux analyses, minérale et organique de l'eau, n'ont cessé de préoccuper les hygiénistes; il faut arriver à PASTEUR pour que l'on pense à ses germes. Alors nous voyons tour à tour divers savants, accorder plus ou moins d'importance à l'une ou l'autre des différentes parties de cette analyse; de là de nombreux travaux dont les conclusions, comme nous le verrons plus loin, sont entachées de généralisations trop hâtives ou d'un particularisme outrancier.

C'est dans ces quarante dernières années que l'analyse de l'eau a fait les plus grands progrès, et les procédés mis en œuvre permettent de se prononcer aujourd'hui avec assez de certitude sur sa valeur, à condition d'être coordonnés et bien interprétés.

Du reste, l'étude des phénomènes dont l'eau est constamment le siège ne saurait être faite sans la connaissance des divers éléments minéraux, orga-

niques ou organisés que les eaux peuvent renfermer ; la chimie et la bactériologie nous renseigneront sur ce point.

Mais avant d'analyser une eau, il faut la trouver, la capter, étudier son régime, c'est là le rôle de la géologie et de l'hydrologie. Donc géologie, hydrologie, chimie, bactériologie, doivent concourir à la solution du problème.

Ces vérités si évidentes sont encore mises en doute par certaines personnes, que leurs études antérieures ont peu habituées aux précisions scientifiques; elles ne représentent plus aujourd'hui, disons-le bien vite qu'une infime minorité; il n'y en aura plus demain.

Après avoir pris connaissance de la majeure partie des travaux publiés dans ces dernières années, sur ces questions, nous avons voulu apporter notre modeste contribution à l'étude des eaux, de là le sujet de notre thèse.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550416_0066

CHAPITRE I

MODE DE FORMATION des NAPPES et des SOURCES

- - -

« C'est à l'eau provenant des précipitations atmosphériques que l'homme puise pour son alimentation, soit qu'il la recueille dans des citernes, soit qu'il s'adresse aux cours d'eau, aux nappes ou aux sources (1). »

Cette vérité si évidente à l'heure actuelle a mis plusieurs siècles à se faire jour et de nombreux savants ont donné de l'origine des eaux souterraines les explications les plus diverses.

C'est ainsi qu'en 1580, Palissy (2) admet que les sources et les nappes souterraines viennent de la pluie, tandis qu'en 1684, cent quatre ans plus tard, Pierre Perrault (3) croit « que la pluie ne pénètre point la terre... ». Entre temps Nicolas Papin en 1647, Duhamel en 1660, et Plot en 1696 écrivaient respectivement leurs ouvrages sur « L'origine des sources », « Le livre des météores », et « De origine fontium ». Pour Descartes (4) : « Le cours de l'eau dans la terre imite celui du sang dans le

(1). F. Malméjac. *L'eau dans l'alimentation*. (Alcan. Editeur, Paris, 1902.)

(2). Bernard Palissy. *Discours admirables de la nature des Eaux et des Fontaines* (Paris, 1580).

(3). Pierre Perrault. *De l'origine des Fontaines*.

(4). Descartes. *Principes de la Philosophie*.

corps des animaux, où il passe sans cesse et rapidement des veines aux artères et des artères aux veines ». Il faut arriver en 1847, à Degoussée (5), pour trouver une explication normale de la formation des nappes et des sources, mais il appartenait aux Daubrée, aux Belgrand, aux Milne, aux Durand-Clayé pour ne parler que des morts, de mettre la dernière pierre à cet édifice en étonnant le monde par les admirables travaux qui ont permis l'alimentation de Paris en eau abondante et salubre.

Pour nous, il est évident que lorsque les précipitations atmosphériques arrivent au sol, une partie s'infiltré pour former les nappes et les sources tandis que l'autre ruisselle; cette dernière ira de filets en filets constituer ruisselets et ruisseaux qui à leur tour grossiront les rivières et formeront même parfois de véritables torrents.

Nous nous occuperons plus spécialement de l'eau qui, après avoir traversé la couche de terre arable, arrive aux terrains en place, aux assises géologiques, au travers desquelles elle s'infiltré jusqu'au moment où, rencontrant une couche imperméable, elle s'arrête et se collecte. Son écoulement suivra alors la ligne de plus grande pente du terrain de support et elle reparaitra au jour au point d'affleurement de ce dernier donnant ainsi naissance à une source.

Ce mode si simple de formation des nappes et des sources est souvent troublé par les accidents géologiques qui sont nombreux et peuvent se rencontrer à tous les étages dans tous les terrains. C'est ainsi que la moindre faille peut modifier profondément

(5). J. Degoussée. *Guide du Sondeur*. (Paris, 1847).

le régime des eaux d'une contrée en déplaçant nappes et sources. Il suffit même parfois, comme nous le verrons, de simples fissures pour changer le régime d'une nappe.

En un même lieu géographique, il peut exister plusieurs nappes d'eau superposées. La moins profonde, celle qui, par suite, se trouve le plus près de la surface du sol, porte le nom de « nappe phréatique » c'est-à-dire « nappe des puits » tandis que les autres s'appelleront « nappes profondes ».

Ceci nous explique comment on peut avoir, à flanc d'un même coteau, plusieurs sources superposées.

La nappe phréatique se forme le plus souvent entre 3 et 10 mètres, tandis que les nappes profondes sont parfois très loin des premières généralement à 100 mètres plus bas, il en est même qui se trouvent à des profondeurs variant de 500 à 1.000 mètres. On ne peut les atteindre qu'à l'aide de puits dits « Puits artésiens ». Le plus ancien d'entre eux est vraisemblablement celui du couvent des Chartreux de Lillers qui date de 1126.

Une grande partie de l'eau ainsi emmagasinée dans le sol est utilisée par les plantes, une autre s'évapore et retourne directement à l'atmosphère d'où elle sera précipitée de nouveau, fermant ainsi le cycle de ses transformations.

En dehors des nappes et des sources, on rencontre encore accidentellement dans le sol, de véritables rivières souterraines, de véritables gouffres, qui ont été très bien étudiés en France par Martel. (1).

(1). E. A. Martel. *Les Eaux souterraines*. (Flammarion).

Le territoire qui nous occupe renferme un exemple de ces accidents, ce sont les fosses d'Aulus, de la Bathiaude, de Trépail, et la rivière souterraine qui se trouve au Nord-Ouest de ce village. Cette rivière a creusé son lit souterrain dans la craie blanche à bélemnites que l'on trouve sous l'argile plastique et les sables nummulitiques de la montagne de Reims.

Nous avons pu faire de l'eau de cette rivière une analyse que nous croyons utile de rapporter ici, ne fût-ce qu'à titre documentaire :

	Résidu sec à 100°	235
	Silice.....	16
	Fer en $\text{Fe}^2 \text{O}^3$	2,40
	Alumine en $\text{Al}^2 \text{O}^3$	2,60
	Chaux en CaO	112,30
	Magnésie en MgO	2,70
	Potasse en KOH	9,09
	Soude en NaOH	15,69
	Chlorures en Na Cl	20,47
	Sulfates en SO^3	22,65
	Degré hydrotimétrique total	23
	Degré hydrotimétrique permanent...	5
AZOTE	des sels ammoniacaux en NH^3 ..	Traces.
	des albuminoides et des amides	
	en NH^3	0,09
	nitreux en $\text{N}^2 \text{O}^3$	Néant.
	nitrique en $\text{N}^2 \text{O}^5$	Traces.
	Matières organiques en O (Mil. alcalin.)	1,23

Les résultats sont exprimés en milligrammes et par litre d'eau.

Ces rivières souterraines provenant le plus souvent des fissures de la craie, ont beaucoup contribué à

faire considérer les terrains calcaires « non comme des filtres, mais bien comme de véritables cribles », (Martel) » (1).

Quoi qu'il en soit de la valeur filtrante des divers terrains, nous verrons dans la suite de ce travail, qu'à l'aide de la méthode des chlorures, il est possible de découvrir rapidement toutes les souillures de l'eau et par suite de les éviter.

Avant d'aborder l'application de cette méthode à l'étude des Eaux de la Champagne Pouilleuse, nous croyons utile de voir rapidement comment l'eau se souille.

(1). E. A. Martel. *Traité d'Hygiène*, Tome II, page 128. (Baillières, Paris 1906.).

CHAPITRE II

SOUILLURES DE L'EAU

Les souillures de l'eau seront toutes celles de l'air, du sol et du sous-sol.

En effet, l'eau, en tombant, lave l'atmosphère, lui enlève ses matières minérales et organiques, ses germes et, ainsi polluée, arrive au sol qui est le grand réservoir où viennent se transformer les déchets de la vie. Ces derniers seront ensuite entraînés par elle jusqu'aux assises géologiques.

Si nous analysons de l'eau de pluie avant son arrivée au sol, nous y trouvons de l'ammoniaque et parfois des acides nitreux et nitrique, un taux de matières organiques très variable et un certain nombre de germes.

L'air renferme donc ces divers corps. Miquel (1) qui s'est beaucoup occupé de son analyse, nous montre qu'il est très différemment souillé aux divers points de Paris.

De son côté, Christiani, à Genève, a trouvé :

à 550 mètres de hauteur	3.400 germes.
» 700 » » »	0 »
» 900 » » »	1.300 »
» 1000 » » »	4.900 »
» 1100 » » »	100 »
» 1350 » » »	0 »
» 1700 » » »	0 »

(1). Lévy et Miquel. *Annuaire de l'Observatoire Municipal de Paris* (1900).

Ces résultats montrent que dans ses couches inférieures l'air contient des germes en nombre essentiellement variable, mais qu'à partir de 1100 mètres, il est d'autant plus pur qu'on s'élève davantage.

Parcilles expériences n'ont pas été faites pour les matières organiques, mais par contre, celles-ci dosées dans des eaux météoriques prélevées à la campagne et dans les villes, sur les montagnes et dans les vallées, ont donné des résultats variant de 0,6 à 3 milligrammes. Les taux les plus élevés ont été trouvés dans les eaux météoriques recueillies dans les villes bâties au fond de dépressions de terrains. Ces sortes de cuvettes semblent servir d'entonnoirs aux matières organiques comme aux germes.

Il en est de même de l'ammoniaque qui augmente lorsqu'on se rapproche des villes, tandis que le taux des azotates croît lorsqu'on s'en éloigne.

Voilà donc déjà l'eau de pluie chargée de matières minérales, organiques et organisées, avant son arrivée au sol, que va-t-il se passer lorsqu'elle y arrivera ?

Il est utile pour nous rendre compte de ces faits, de définir ici ce que nous entendons par sol. Nous désignons ainsi la mince couche de terre qui recouvre presque partout les différentes assises géologiques.

Cette seule définition nous permet de prévoir, que l'eau en arrivant au sol va se contaminer davantage.

Sa composition est telle qu'elle peut toujours céder à l'eau un taux élevé d'impuretés.

En effet, nous l'avons déjà fait remarquer, on y rencontre, à côté de millions de germes, des quantités énormes de matières organiques et leurs produits

de transformation : ammoniacque, nitrites et nitrates. En arrivant aux terrains en place, si ces derniers sont des filtres parfaits, l'eau va commencer à se dépouiller de ses matières organiques et de ses germes; plus elle s'enfoncera, plus elle se purifiera, et en admettant que l'assise géologique ne se laisse ni désagréger ni dissoudre, nous arriverons à avoir pour ce terrain à une profondeur donnée, de l'eau potable et pure. « Nous séparons à dessein ces deux qualités, la potabilité et la pureté de l'eau, qui ont été et sont encore trop souvent confondues : pour être potable une eau doit être autant que possible pure, mais une eau pure peut ne pas être potable » (Malmejac) (1).

Si au contraire, l'assise géologique qui supporte le sol est un mauvais filtre, c'est-à-dire si ses grains sont gros, si elle est fissurée ou susceptible de se laisser attaquer par l'eau, cette dernière, en traversant ce terrain y apportera toutes les impuretés de la surface, et viendra constituer en un point une nappe, qui se chargera tous les jours davantage de matières organiques et de germes, et qui pourra donner naissance à des sources douteuses et même mauvaises.

Ces dernières n'ont donc d'autre valeur que celle de la nappe d'où elles proviennent.

Si nous divisons les diverses eaux auxquelles

(1). F. Malmejac. *L'Eau dans l'Alimentation*, page 9. (Alean, Editeur, Paris, 1902). et F. Malmejac. *L'Alimentation en Eau potable des Armées en Campagne*, page 5. (Chapelot, Edit, Paris, 1902).

l'homme puise pour son alimentation en trois grandes catégories :

1°. — Eaux météoriques.

2°. — Eaux superficielles.

3°. — Eaux profondes.

nous voyons de suite que c'est à ces dernières qu'il devra avoir recours chaque fois que cela se pourra.

Ces eaux profondes, en effet, renferment les eaux de nappes et de sources et nous savons que si la nappe phréatique peut être douteuse, les nappes profondes donnent, dans la grande majorité des cas, des eaux abondantes et potables, des sources potables et presque pures.

Toutes les eaux, même les plus cachées, pouvant être contaminées voyons quels sont les moyens dont la science dispose pour déceler et caractériser ces souillures.

CHAPITRE III

MÉTHODES D'ANALYSE

Les méthodes d'investigation propres à juger la potabilité et la pureté de l'eau sont nombreuses. Les procédés en sont classiques et nous nous contenterons de rappeler brièvement ceux que nous avons utilisés, nous réservant d'insister sur le dosage des matières organiques et des chlorures.

Avant tout, nous nous souviendrons « qu'il n'y a qu'une seule analyse de l'eau et que ses conclusions doivent avoir pour base tous les renseignements que peuvent fournir : la géologie, l'hydrologie, la chimie et la bactériologie ». (Malmejac) (1).

Nous diviserons nos analyses en deux parties :

1^o. — **ESSAIS CHIMIQUES** qui comprennent :

1^o. — Essais hydrotimétriques.

2^o. — Examen organique.

3^o. — Dosage des éléments minéraux.

2^o. **EXAMEN BACTERIOLOGIQUE** qui comprend :

Numération des germes.

Recherche du B. coli.

Il est indispensable que les échantillons soient prélevés avec beaucoup de soin, aussi avons-nous tenu à le faire nous-même en observant rigoureusement la technique suivante :

(1). F. Malmejac, *L'Eau dans l'Alimentation* page 10. Alcan, Editeur, Paris, 1902.)

Les flacons employés sont des fioles de un litre en verre blanc parfaitement propres, bouchées au liège neuf et soigneusement rincées d'abord avec une solution de permanganate à 1/100 acidulée par l'acide sulfurique puis avec de l'eau redistillée pure, jusqu'à réaction neutre.

Nous avons nous-même préparé cette eau au laboratoire en la distillant d'abord sur permanganate acide, puis sur permanganate alcalin et sulfate d'alumine. C'est d'ailleurs de cette eau redistillée que nous nous sommes servi pour toutes les manipulations effectuées au cours de nos essais.

Enfin les flacons et bouchons sont rincés à nouveau avec l'eau à analyser et le prélèvement est fait directement en ayant soin d'éviter les poussières de la surface et les boues du fond.

Nous avons prélevé deux litres d'eau pour les essais chimiques.

Pour l'examen bactériologique, les ensemencements ont toujours été faits sur place pour éviter les causes d'erreur dues aux prélèvements souvent défectueux et au transport.

Essais Chimiques

1°. — ESSAIS HYDROTIMÉTRIQUES

La détermination du degré hydrotimétrique *total* et du degré hydrotimétrique *permanent* a été faite suivant la méthode classique à l'aide de la solution alcoolique triée de savon dite « Liqueur hydrotimétrique ».

2°. — EXAMEN ORGANIQUE

Cet examen comporte le dosage des *matières organiques* et de leurs produits de transformation dans le sol.

A) **Matières organiques.** — Ce dosage peut s'effectuer en milieu acide et en milieu alcalin ; nous avons choisi ce dernier pour les raisons suivantes :

Les matières organiques les plus atteintes par le permanganate en milieu acide sont généralement celles qui n'ont subi aucune transformation du fait de la vie microbienne, tandis que les matières organiques dosables par le permanganate en milieu alcalin sont celles qui ont déjà été solubilisées en partie par elle. Le taux de ces dernières nous permettra donc de rapprocher plus aisément de la composition organique la teneur en germes puisqu'il y aura entre les deux chiffres trouvés une relation de cause à effet.

Nous évitons en outre, en opérant ainsi, les causes d'erreur provenant de la réduction des Permanganates en milieu acide dans les conditions de l'expérience, sans l'intervention des matières organiques.

a). *Matériel.*— Il est essentiel pour ce dosage de n'opérer qu'avec un matériel d'une propreté méticuleuse exempt de toute trace de matières organiques. A cet effet un lot de pipettes et de fioles est spécialement réservé. Avant chaque opération il est préalablement nettoyé d'abord à l'acide sulfurique pur, puis rincé à l'eau distillée pure préparée ainsi que nous l'avons dit.

b). *Réactifs.* — Ils comprennent trois solutions et une liqueur titrée.

1^o. Solution saturée de Bicarbonate de soude

2^o Solution d'acide sulfurique pur au 1/10 .

3^o Solution de sulfate ferreux ammon. pur :

Sulfate ferreux ammoniacal 2 grammes.

Acide sulfurique 2 grammes.

Eau redistillée Q. S. P. 200 centim. c.

4^o Liqueur *Centi-Normale* de Permanganate de Potasse.

Nous avons toujours vérifié nos solutions avant l'emploi notamment notre solution de Bicarbonate qui a été rejetée chaque fois qu'elle contenait un taux appréciable de matières organiques.

La liqueur *Centi-Normale* de Permanganate a été retitrée tous les jours avant l'emploi.

c). *Mode opératoire.* — Dans chacune de nos fioles coniques de 125 c. c. et 250 c. c. nous versons respectivement avec notre pipette de 50 c. c., 50 et 100 c. c. d'eau à analyser ce qui évite les corrections de température. Puis nous ajoutons dans chacune

10 c. c. et 20 c. c. de la solution saturée de Bicarbonate de soude. Enfin avec la burette de Gay-Lussac nous mesurons dans chaque fiole 10 c. c. de liqueur Centi-Normale de Permanganate et nous portons à l'ébullition que nous maintenons exactement dix minutes.

Au bout de ce temps au moyen d'une deuxième pipette de 10 c. c. nous ajoutons peu à peu et respectivement dans chacune de nos fioles d'Erlenmeyer 10 C³ et 20 C³ de la solution d'acide sulfurique au 1/10 ; quand tout dégagement gazeux a disparu, nous réduisons le MnO^4K restant en versant avec la burette de Gay - Lussac dans chaque fiole 4 C³ de la solution sulfurique de sulfate ferreux.

Le titrage est alors effectué en ramenant au rose au moyen de la liqueur Centi-Normale de permanganate en faisant usage de la burette qui a servi à la première addition, toujours pour éviter toute correction de température ou toute erreur de graduation.

Les sources de chaleur que nous avons utilisées ont été réglées de telle sorte que l'ébullition commence dans chaque fiole dans un espace de temps qui ne varie pas de plus d'une minute. Soit N le nombre de centimètres cubes lu sur la burette et nécessaire pour oxyder l'excès de sulfate ferreux versé dans 100 C³ et n celui qui a été nécessaire pour la prise de 50 C³. La différence $N-n$ représente la quantité de Permanganate de Potasse nécessaire pour brûler les matières organiques de 50 cm³ d'eau. Nous avons exprimé nos résultats, rapportés au litre en Oxygène.

B. Azote ammoniacal. — Azote des Albuminoides et des Amides. — Nous avons employé pour ce dosage la méthode due à Wanklyn et Chapmann en opérant sur 500 cm³. Elle est trop connue pour qu'il soit utile de la décrire.

C. Azote nitreux. — L'azote nitreux a été mis en évidence par le réactif de Griess et dosé colorimétriquement.

D. Azote nitrique. — Nous avons employé la méthode chimique de Grandval et Lajoux basée sur la transformation de l'acide sulfo-phénique en acide picrique en présence des nitrates et sur l'intensité colorante du picrate d'ammoniaque.

3° — DOSAGE DES ÉLÉMENTS MINÉRAUX :

Si, Ca, Mg, Fe, Al, SO³, Cl.

Nous avons utilisé les méthodes classiques trop connues pour qu'il soit utile d'y revenir ici. Nous ne décrivons que le dosage des chlorures à cause de l'importance de ce dernier pour les résultats consignés dans cette thèse.

Chlorures. — Nous avons employé la méthode volumétrique de Mohr.

a. Matériel et réactifs. — Une éprouvette graduée de 100 cm³ bouchant à l'émeri, convenablement nettoyée après chaque usage et rincée à l'eau redistillée en nous assurant à chaque opération que ses eaux de lavage ne précipitent plus par l'azotate d'argent.

b. — Une burette de Gay-Lussac pour verser la liqueur argentique.

c. — Une solution de Chromate neutre de potassium au 1/10 dans l'eau redistillée.

d. — Une solution déci-normale d'azotate d'argent.

Mode Opératoire. — On verse dans l'éprouvette graduée 100 cm³ de l'eau à analyser à laquelle on ajoute exactement cinq gouttes de la solution de Chromate de potassium, puis à l'aide d'une burette graduée en 1/10 de C³, goutte à goutte, et jusqu'à apparition de la teinte saumon la liqueur déci-normale d'argent en ayant soin d'agiter après chaque addition de liqueur titrante.

Examen Bactériologique

Ainsi que nous l'avons dit au début de ce chapitre, tous les ensemencements ont été faits sur place. Nous avons procédé :

1°. — à la numération des germes.

2°. — à la recherche du bactérium coli-communis.

A. Numération des germes. — 1/10 de CC d'eau est ensemencé sur gélatine en boîte de Petri. — Ces boîtes sont placées à une température inférieure à 22°. — La numération des germes a été faite autant que possible le 10^e jour. Lorsque les liquéfiantes ont empêché d'attendre le dixième jour, la numération a été faite aussi tard que possible. Nous avons dans ce cas, toujours indiqué la date à laquelle elle a été effectuée dans nos analyses, pour éviter de nous servir des fastidieux coefficients, parfois employés et qui varient d'ailleurs suivant les auteurs.

B. Recherche du Bactérium coli. — 1 c³ d'eau

à examiner est ensemencé dans 5 cc d'eau peptonée phéniquée. Après séjour à l'étuve à 41° des passages sur eau peptonée puis sur bouillon ordinaire donnent une culture presque pure dans laquelle nous avons caractérisé ce germe à l'aide des milieux spéciaux.

(Bouillon lactosé carbonaté. — Lait tournesolé. — gélose rouge neutre. — réaction de l'indol.)

CHAPITRE IV

MÉTHODE DES CHLORURES

Cette méthode due à MALMÉJAC, est basée sur le jeu combiné des dosages des chlorures et des matières organiques dans les eaux et éventuellement sur la recherche directe des nitrites et de l'ammoniaque. Elle a pour but de permettre de déceler rapidement une souillure, de la situer, de la suivre et d'en déterminer l'intensité.

Nous l'avons souvent utilisée et toujours avec succès, comme le montrera le développement de cette thèse.

Le chiffre régulateur de la méthode, est le taux des chlorures, sur lequel MALMÉJAC n'a cessé d'attirer l'attention dans tous ses travaux sur l'eau : Ne disait-il pas dès 1909 que « s'il avait à se prononcer en deux minutes sur la valeur d'une eau, il y doserait le chlore » (1).

C'est le 2 Avril 1914 que le professeur Moureu, présentait en son nom à l'Académie des Sciences son mémoire sur « l'importance du dosage des chlorures pour la surveillance et l'appréciation des eaux d'alimentation ».

Voyons les raisons qui ont pu déterminer l'auteur à choisir ces deux dosages : Chlorures et Matières organiques.

(1). F. Malméjac. *Méthode rapide et sûre d'Appréciation des Eaux d'Alimentation* (Compte-Rendu de Congrès pour l'Avancement des Sciences, Lille 1909).

De tous les éléments solubles que l'eau est susceptible d'enlever aux terrains qu'elle traverse ou sur lesquels elle chemine, les chlorures sont, pour une eau donnée ne recevant pas de souillures, les plus constants; ceux qu'on retrouve au même taux de sa source jusqu'au verre du consommateur. Tous les autres chiffres de l'analyse minérale ou organique sont sujets à des variations parfois très grandes d'un point à un autre d'un même cours d'eau ou d'une même nappe, ou encore en un même point, en des laps de temps plus ou moins éloignés.

L'analyse minérale nous apprend, en effet, que les sels alcalino-terreux que l'on rencontre dans les eaux sont surtout maintenus en solution grâce à l'acide carbonique que renferment ces dernières et comme cette teneur en acide carbonique est fonction de la composition de l'air, de la pression, de la perméabilité du terrain traversé, nous pouvons nous rendre compte qu'elle est essentiellement variable. De plus, les eaux ainsi chargées d'acide carbonique et de matières minérales réagissant sur les terrains qu'elles traversent, ce qui change encore leur composition.

Si nous envisageons maintenant leur teneur en matières organiques nous nous heurtons à plus de différences encore, car ces dernières se transforment constamment sous une foule d'influences, que nous ne pouvons étudier ici, en donnant comme termes de leurs transformations de l'acide carbonique, de l'eau, de l'ammoniaque qui à son tour, sous l'action des réactions oxydantes, sert à former les nitrites et enfin les nitrates.

On comprend facilement que ces produits de

transformations, qui sont la résultante de réactions et de fermentations dont les effets se superposent, se retrouvent, pour une même eau, à des taux différents non seulement en des points variables, mais encore pour un même point, à des profondeurs plus ou moins grandes.

C'est ainsi que pour une eau parfaitement aérée, l'oxydation des matières organiques se fera rapidement, nous y trouverons beaucoup de nitrates et peu d'ammoniaque, tandis que dans une eau très profonde ou peu aérée, ce dernier corps prédominera.

Il en est tout autrement des chlorures qui, comme nous l'avons dit, restent constants pour une eau donnée, tant qu'elle ne reçoit aucun apport étranger, de là toute l'importance qui devait-être accordée à leur dosage.

D'autre part, si nous remarquons que les souillures animales apportent aux eaux un taux de chlorures appréciable, tandis que les souillures végétales n'en donnent pas, nous aurons encore là un moyen de les reconnaître et de les différencier, fait des plus importants au point de vue hygiénique.

Toute eau qui renfermera un taux de chlorures supérieur à la normale pourra donc être considérée comme recevant des souillures animales.

Comme il n'est pas indifférent de savoir si la pollution est proche ou éloignée, MALMÉJAC, pour se renseigner sur ce point, ajoute judicieusement au dosage des chlorures celui des Matières organiques.

« Si nous constatons alors en même temps qu'une augmentation des chlorures, une augmentation des matières organiques, c'est que nous nous trouvons

en présence d'une souillure animale proche ou provenant de terrains non filtrants. Si, au contraire, les chlorures seuls augmentent, nous avons affaire soit à une souillure animale éloignée ou arrêtée par les terrains traversés. Alors, fait très important, au moment où les autres chiffres de l'analyse de l'eau ne nous donnent aucun renseignement utile, le dosage des chlorures reste comme le témoin irréfutable de la souillure et doit nous mettre en garde contre une défaillance du filtre.

« D'autre part, si l'on constate une augmentation des Matières organiques sans que le taux normal des chlorures soit dépassé, on pourra conclure qu'elles sont d'origine végétale ». Ces conclusions que nous empruntons à MALMÉJAC ont reçu du reste une consécration officielle dans le tome II du formulaire des Hôpitaux militaires de 1913, page 236, premier et deuxième alinéas des Données générales « de l'analyse de l'eau ».

Nous voyons par là, combien ce simple dosage du chlore est important ce qui justifie le titre que l'auteur a donné à sa méthode.

Ces deux dosages du chlore et des matières organiques vont donc nous renseigner sur tous les cas qui peuvent se présenter. Mais les matières organiques végétales ou animales à un taux quelconque peuvent être en voie de transformation active : la recherche directe des nitrites et de l'ammoniaque nous permettra de le déterminer très rapidement.

En résumé, découvrir rapidement une souillure, la situer, en déterminer en quelques minutes l'intensité, tels sont les avantages de la méthode dite des chlorures.

CHAPITRE V

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE

Les résultats de l'analyse de l'eau ne valent que ce que valent à leur tour les méthodes employées et ces dernières sont sujettes à bien des critiques.

Si deux expérimentateurs exercés peuvent en opérant sur une même eau arriver à des chiffres semblables en ce qui concerne l'examen chimique, il en sera tout autrement, le plus souvent, de l'examen bactériologique, nous verrons pourquoi.

Quoi qu'il en soit, les résultats de l'analyse d'une eau n'ont de réelle valeur qu'autant qu'ils peuvent être comparés à ceux fournis par l'eau normale du lieu où l'on opère.

L'eau normale d'un lieu est celle dont la teneur en Matières minérales et organiques s'explique par la composition des terrains traversés.

On voit donc dans ces conditions qu'il existe dans l'eau des substances que l'on peut considérer comme normales, mais toutefois il ne saurait être question de généraliser et de dire que l'eau doit renfermer telle ou telle quantité d'un corps quelconque, ce dernier pouvant varier ainsi que nous l'avons dit.

Voyons maintenant ce que valent, pour juger une eau les divers résultats de son analyse.

Analyse Chimique

DEGRÉ HYDROTIMÉTRIQUE

La valeur du degré hydrotimétrique est sans grande importance pour juger d'une eau au point de vue hygiénique, il en serait tout autrement au point de vue industriel.

Ce qui importe surtout pour l'hygiène, c'est de savoir si la dureté trouvée est naturelle ou acquise, ce que doit nous apprendre la comparaison du degré hydrotimétrique de l'eau étudiée, avec celui de l'eau normale du lieu où elle se trouve.

Les eaux à degrés hydrotimétriques élevés sont le plus souvent souillées.

RÉSIDU FIXE A 100°

Comme pour le degré hydrotimétrique, le taux de résidu, qui mesure la minéralisation de l'eau, n'aura de valeur en hygiène, qu'autant que l'on pourra affirmer que cette minéralisation est primitive ou acquise.

La majorité des auteurs qui se sont sérieusement occupés de la question admettent qu'il ne doit pas dépasser 500 milligrammes. On ne doit considérer ce chiffre que comme une indication, sans oublier toutefois qu'une eau trop minéralisée, favorise l'irritation rénale.

SULFATES

Les sulfates étant toujours gênants, il est indispensable d'examiner leur origine et de voir s'ils ne sont pas le résultat d'une contamination animale.

Aucun taux limite ne saurait être fixé, car une eau provenant d'un terrain gypseux peut en renfermer 100 et même 200 milligrammes tandis qu'une dose de 40 milligrammes ferait considérer une eau comme suspecte si elle provenait des alluvions anciennes ou modernes.

CHLORURES

« L'appréciation de la potabilité d'une eau a pour base la proportion de chlore qu'elle contient. Les nitrates et l'oxygène absorbé ne sont, par leur proportion, les nitrites et l'ammoniaque, par leur présence, des facteurs certains de souillure qu'autant qu'il existe simultanément dans l'eau une quantité élevée de chlore ». (Formulaire militaire, tome II).

Après ce que nous avons dit de la valeur du dosage des chlorures dans le chapitre précédent, il nous paraît inutile d'insister de nouveau ici sur son importance. Il nous apparaît comme la clef de voûte de l'interprétation des résultats de l'analyse complète d'une eau. Il nous permet, en effet, de savoir si l'eau étudiée est souillée, si la souillure est d'origine animale ou végétale et quelle est son intensité. Ici, plus que jamais, la connaissance du taux normal des chlorures pour la région examinée est indispensable, comme nous le verrons dans toute cette étude.

SILICE

La silice ne se trouve généralement dans l'eau qu'en très faible quantité et ne présente aucun intérêt au point de vue hygiénique.

FER ET ALUMINE

Les petites doses de fer que l'on rencontre souvent dans l'eau à l'état d'oxyde ou de bicarbonate n'ont aucune importance.

Il en est de même pour l'alumine.

CHAUX — MAGNÉSIE

Ces corps se trouvent généralement dans l'eau à l'état de carbonates et aussi de sulfates, dissous grâce à l'acide carbonique que renferment les eaux météoriques.

Leur taux est excessivement variable. Une petite dose de carbonates alcalino-terreux peut avoir une action physiologique utile, mais les sulfates seront toujours inutiles.

MATIÈRES ORGANIQUES

Les matières organiques que l'on rencontre dans l'eau sont toutes celles de l'air et du sol, elles y sont accompagnées par leurs produits de décomposition : ammoniacque — nitrites — nitrates — acide carbonique.

Leur taux importe moins que leur origine ; tandis que deux à trois milligrammes de matières organiques d'origine végétale sont insuffisants pour faire déclarer une eau mauvaise, un à deux milligrammes de Matières organiques d'origine animale doivent la faire condamner.

Nous avons déjà vu que le taux des chlorures qui les accompagne est le meilleur moyen de nous renseigner sur leur origine.

Autant que possible, une eau ne doit pas renfermer de matières organiques, mais tous les auteurs sont d'accord pour tolérer de un à trois milligrammes

de matières organiques d'origine végétale, ces dernières ne pouvant avoir aucune action nocive sur l'organisme.

AMMONIAQUE

La présence et le taux de l'ammoniaque, nous l'avons déjà dit, n'ont de valeur, qu'autant qu'ils sont accompagnés d'une quantité de chlorures dépassant le taux normal pour la région étudiée, sans cela ils ne signifient rien.

Les Matières organiques végétales, comme les Matières organiques animales donnent, en se transformant, de l'ammoniaque que nous dosons sous le nom d'ammoniaque des albuminoïdes et des amides. On en rencontre peu dans l'eau, de 1/10 à 2/10 de milligrammes par litre, ce taux est rarement dépassé.

L'eau renferme aussi de l'ammoniaque provenant des sels ammoniacaux et son chiffre peut varier de 0,1 à un milligramme.

Nous le répétons, la teneur en ammoniaque provenant des sels ammoniacaux ou des albuminoïdes et des amides, n'a de valeur au point de vue hygiénique, que si elle est accompagnée d'une dose de chlorures dépassant la normale du lieu.

NITRITES

Corps très instables qui apparaissent et disparaissent rapidement.

Lorsqu'on les décèle dans l'eau, cela prouve que les Matières organiques que renferme cette dernière sont en voie de transformation active et que, par suite, la contamination est proche, ce qui est toujours un mauvais signe.

NITRATES

Les nitrates représentent le terme ultime de l'oxydation des matières organiques et à ce titre, leur présence est une preuve que la nitrification se fait bien et que l'eau s'épure naturellement.

L'acide nitrique peut encore provenir de l'atmosphère et de certaines roches.

Lorsque les nitrates ne sont pas accompagnés de nitrites et d'ammoniaque, le renseignement qui ressort de leur dosage est de moindre importance ; il nous indique seulement quel a été le passé de l'eau. Il en va tout autrement dans le cas contraire car il nous démontre que nous nous trouvons encore en présence d'une souillure en voie de transformation active.

Aucun chiffre limite ne saurait donc être indiqué pour les azotates : leur quantité pourra être excessivement variable suivant la teneur initiale en Matières organiques, la composition de l'air et du sol et le degré de perméabilité de ce dernier.

En résumé, au point de vue chimique, pour se prononcer sur la valeur d'une eau, il faut se baser sur sa *teneur en chlorures et matières organiques* et voir si ces dernières sont en voie de transformation active ce que nous permettront d'apprécier l'ammoniaque, les nitrites, et les nitrates.

Nous venons de voir l'ensemble des connaissances que nous apportent pour juger de la valeur d'une eau les divers chiffres de son analyse chimique, voyons ce qu'est susceptible de nous fournir son examen bactériologique.

Examen Bactériologique

Cet examen devrait nous renseigner sur le nombre de germes qu'une eau est susceptible de véhiculer et surtout sur leurs différentes espèces, mais l'empirisme qui lui sert de base lui enlève toute valeur scientifique et les chiffres et les caractérisations qu'il nous donne, doivent être le plus souvent tenus pour suspects; dans tous les cas, ils ne s'appliquent qu'à la fraction de la prise d'essai qui a étéensemencée.

Pour qu'il en fût autrement, il faudrait admettre l'homogénéité du bouillon de culture eau; or, le contraire a été amplement démontré. Donc vouloir généraliser une conclusion obtenue, par des procédés critiquables, sur une fraction infime d'un milieu par rapport à la masse à juger, est une opération qui est essentiellement condamnable et qui est depuis longtemps déjà sévèrement jugée par tous ceux qui ont le souci de la vérité scientifique.

C'est en voulant quand même lui donner une valeur qu'elle n'a jamais eue, que l'on risque de faire rejeter les quelques renseignements qu'elle peut fournir.

Nous avons la conviction profonde que les progrès de la bactériologie lui permettront un jour de devenir une partie importante, peut être même la plus importante de l'analyse d'une eau, mais dans l'état actuel de nos connaissances, elle est encore bien loin de ce résultat.

Si l'on compare, en effet, la masse vraiment considérable des études parues, depuis 50 ans sur ce sujet, on n'y trouve que contradictions, il ne s'en dégage rien de précis et cela ne saurait nous étonner, car toute cette œuvre fourmille de généralisations trop hâtives.

Du reste, en étudiant ces résultats on se rend de suite compte de ce qu'ils ont d'empirique et par suite de la valeur à leur accorder.

L'examen bactériologique d'une eau doit nous faire connaître le nombre de germes qu'elle véhicule, leurs espèces et enfin leur rôle en hygiène générale, voyons si ces résultats sont conformes aux buts de cet examen.

NOMBRE DE GERMES

« Au risque de contrister les hygiénistes et les savants qui ont fait de la numération des microbes un article important de leur Credo scientifique, je veux essayer de montrer que ce moyen ne vaut rien par lui-même et que c'est à tort qu'en on a fait la pièce principale, parfois la pièce unique du dossier d'une eau potable... Chaque énumération est un coup de filet dans une rivière poissonneuse, de ce qu'il ramène, il n'est pas possible de conclure à ce qu'il ne ramène pas ».

» Une eau pourra être pure aujourd'hui s'il fait beau, impure demain s'il pleut ». (1).

Qui a dit cela ? vous pensez sans doute que c'est un chimiste maladroit ou un bactériologue peu

(1). E. Duclaux. *Moyen d'Examen des Eaux Potables*. (A.I.P. 1894).

averti, mais il n'en est rien, c'est au contraire, un grand chimiste et un grand bactériologue, c'est **DUCLAUX**, l'élève préféré de **PASTEUR**, et son successeur à la tête de l'Institut Pasteur, à Paris.

Nous pourrions ne rien ajouter, mais pour montrer combien **DUCLAUX** avait raison, nous donnons ci-dessous les échelles d'appréciation qui avaient été sérieusement proposées pour se rendre compte de la valeur d'une eau, par **MIQUEL**, **MACÉ** et **CHAVANNE**. (2).

Echelle de MIQUEL :

Eau excessivement pure	0 à 10 germes par C ³ .
Très pure	10 à 100 germes par C ³ .
Pure	100 à 1.000 germes par C ³ .
Médiocre	1.000 à 10.000 germes par C ³ .
Impure	10.000 à 100.000 germes par C ³ .
Très impure plus de	100.000 germes par C ³ .

Echelle de MACÉ :

Eau très pure	0 à 20 germes par C ³ .
Eau très bonne	20 à 100 germes par C ³ .
Bonne	100 à 200 germes par C ³ .
Médiocre	200 à 500 germes par C ³ .
Mauvaise	500 à 1.000 germes par C ³ .
Très mauvaise	1.000 à 10.000 germes par C ³ .

Echelle de CHAVANNE :

Eau très pure	15 germes par C ³ .
Bonne	50 germes par C ³ .
Médiocre	80 germes par C ³ .
Mauvaise plus de	80 germes par C ³ .

(2). F. Malméjac. *L'Eau dans l'Alimentation*, page 55 et page 58 (Alcan Editeur Paris 1902).

Les différences entre ces trois échelles sont telles, qu'il est impossible d'accorder une valeur quelconque à un chiffre qui peut varier dans de telles limites.

Ces chiffres supposent encore qu'il est possible de faire une numération réelle des germes de l'eau, mais il n'en est rien, on opère sur un centimètre cube et on rapporte les résultats ainsi trouvés à une nappe, une source, une rivière.

C'est ainsi que si un c. c. d'eau donne deux colonies de germes du reste indéterminés on en conclura que un litre en renferme 2.000 de semblables ; l'arbitraire de cette conclusion saute aux yeux ; que dirait-on d'un pêcheur qui prenant un poisson dans un mètre cube d'eau d'une rivière en déduirait que cette rivière renferme autant de poissons que de mètres cubes d'eau ?

Les conclusions tirées de la numération des germes n'ont pas plus de valeur que celle-là.

Mais comme tout doit progresser, pour rendre ces fastidieuses numérations plus rapides on a imaginé des coefficients dont le moins qu'on en puisse dire est qu'ils ajoutent une nouvelle erreur à la première.

Tout ce que l'on peut affirmer c'est qu'une eau qui paraît renfermer beaucoup de germes d'espèces diverses est une eau mal filtrée, une eau qui peut, être souillée.

Tant qu'on ne saura ni dénombrer les germes de l'eau ni caractériser leurs espèces, leur pullulation sur un milieu autre que l'eau ne signifiera rien.

BACTERIUM-COLI

Ce germe, hôte banal de nos intestins, est de tous les microbes de l'eau, celui qui a paru tour à tour

jouer les plus grands et les plus infimes rôles, son histoire peut se résumer en deux mots qu'il nous faudra intervertir de temps en temps : Grandeur et Décadence.

Pour certains, on le trouve dans toutes les eaux, pour d'autres, dès qu'on le trouve l'eau est mauvaise, pour les plus sages, l'eau ne sera à rejeter que s'il y en a beaucoup, mais sa numération est tout aussi empirique que celle des autres germes.

Au début, il y avait un coli et un éberth, aujourd'hui, on connaît une gamme vraiment impressionnante de coli plus ou moins éberthiformes ; de là à ne plus s'entendre sur les propriétés que doit posséder le coli vrai, il n'y a qu'un pas et ce dernier a été vite franchi. La spécification et la numération du coli sont donc du même ordre de valeur que celle des autres germes, aucun chiffre ne saurait être donné, car dans l'état actuel de nos connaissances, ceux que l'on nous offre n'ont aucune valeur scientifique. Tout ce que l'on peut dire, c'est que si on retrouve le coli dans une eau dont tous les autres chiffres de l'analyse sont mauvais, sa présence viendra confirmer ces résultats.

En résumé, l'examen bactériologique de l'eau ne peut avoir dans l'état actuel de nos connaissances, qu'un intérêt de second ordre.

Il n'aura de réelle valeur que le jour où il permettra de déceler les germes pathogènes que l'eau peut véhiculer, avant que ces derniers n'aient fait des victimes.

II. PARTIE

APPLICATION AUX EAUX de la CHAMPAGNE POUILLEUSE

Généralités géographiques, et géologiques

Avant de passer à l'application de la méthode que nous venons de décrire, il nous paraît indispensable de limiter géographiquement la région que nous avons étudiée, et d'en noter au passage, la constitution géologique puisque nous savons quelle union étroite existe entre la géologie et l'hydrologie.

La Champagne Pouilleuse est toute cette plaine autrefois inféconde et désolée qui se trouve limitée à l'Est par le massif de l'Argonne dont les premières assises commencent vers Valmy aux abords de la

vallée de l'Aisne. A l'ouest, elle finira à la montagne de Reims près des côteaux viticoles de la Champagne Rémoise.

Du Nord au Sud on peut dire qu'elle se trouve arrêtée par les Massifs de Moronvilliers au Sud de la Suippe d'une part et par les massifs boisés de la Montagne de Vertus et de la Montagne de Sézanne d'autre part.

De cette immense plaine qui forme la moitié environ du département de la Marne, nous ne retiendrons pour notre étude que la partie la plus importante : le Châlonnais, type parfait de la Champagne Pouilleuse, dont la capitale est l'antique cité romaine « des Catalaunes ».

Au point de vue géologique, toute cette contrée se rattache à la période crétacique de l'ère secondaire. Partout, en effet, affleure la craie à Micraster, craie blanche, compacte, tendre, malheureusement parfois fissurée, où l'on trouve çà et là des boules dures, très denses de pyrite de fer.

Sur le sommet de ces affleurements, se voient assez souvent des traversins limoneux dûs le plus souvent à l'action des eaux météoriques sur la craie.

Le fond des vallées est recouvert par des alluvions modernes et les flancs des côteaux par des alluvions anciennes de peu d'épaisseur.

Cette région était encore il y a quelque cinquante ans presque stérile. Partout des savarts incultes s'étendaient à perte de vue où ne croissaient que de maigres bruyères ou des génévriers rabougris et l'on ne rencontrait quelque végétation qu'aux abords des étroites et peu nombreuses vallées qui coupent son sol crayeux.

C'est d'ailleurs au long de ces vallées ombragées que se groupèrent les habitants, bâtissant çà et là de pauvres villages aux chaumières construites de paille, de terre et de bois. Que nous parcourions les vallées de la Soude, de la Coole, qui vont à la Marne, ou celles de la Vesle, de la Suippe, de la Bionne, de la Tourbe et de la Noblette, ou bien encore de l'Auve ou de l'Yèvre qui vont à l'Aisne, le coup d'œil est partout le même : une longue ligne d'arbres, saules ou peupliers semble abriter jalousement le lit de la rivière où lentement coulent des eaux claires, et de part et d'autre, à perte de vue la plaine mamelonnée de Champagne où se profilent toutes droites et blanches les grandes artères de Reims, à Bar-le-Duc, de Paris à Metz, de Troyes à Suippes.

Mais aux savarts du passé font place maintenant grâce au travail et à l'activité de la population agricole du pays pouilleux « d'immenses cultures, coupées encore de vertes pinèdes plantées en quin-conce par les échappées desquelles on aperçoit des moissons moirées par le vent qui les fait onduler ; les nappes roses du sainfoin, et les champs d'or des navettes ». (Ardouin Dumazet) (1).

Grâce au reboisement méthodique en essences résineuses ces terres incultes qu'on vendait jadis à la « holée » se fertilisent peu à peu, augmentent leurs ressources, et bientôt de ce sol crayeux, amendé par les engrais chimiques qui lui apportent les sels qui lui manquent, auront disparu les derniers savarts où paissent encore quelques troupeaux de moutons.

(1). Ardouin Dumazet. 21^e Série. *Voyages autour de la France*.
(Berger Levrault, Editeur Paris).

Et cependant malgré leur stérilité, malgré leur aspect inhospitalier, ces terres si longtemps à peu près désertes furent et sont encore le théâtre de presque tous les drames sanglants qui mirent aux prises aux différentes époques de notre histoire les races Gallo-Romaines et Germano-Saxonnes.

CHAPITRE I

VALLÉE DE L'YÈVRE

Les sources de l'Yèvre forment éventail autour d'une cuvette alluvionnaire saturée d'eau ; elles apparaissent généralement au jour sous des éboulis calcaires qui semblent, avec un léger traversin limoneux, en constituer les bords. Sur le lieu des sources un village est né : Somme-Yèvre, dont le premier nom signifie « tête des Sources ».

Cette dénomination, que nous retrouvons fréquemment dans cette thèse, pourrait paraître exacte à un observateur non averti, mais nous verrons ici, comme partout ailleurs en Champagne, que la

rivière ne prend pas seulement sa source en un lieu déterminé, mais bien qu'elle reçoit ses eaux de nombreuses émergences qu'il est facile de relever tout le long de son parcours.

Après avoir collecté les eaux qui apparaissent au jour dans la cuvette de Somme-Yèvre, elle va lentement combler quelques marais avant d'arriver à Varimont.

Paresseusement elle coule alors vers Dampierre où elle reçoit un petit affluent, le Rouillot, dont le régime est semblable au sien, puis, ainsi grossie, elle aborde les villages de Rapsécourt et de Voilemont pour aller se jeter non loin de là dans l'Auve.

Dans la majeure partie de son parcours, elle coule sur des cailloutis calcaires qui ajoutent encore à la limpidité de ses eaux.

Ses rives ombragées dessinent de nombreux méandres au milieu des terrains auxquels ils apportent la vie.

Nous avons prélevé sept échantillons différents de cette rivière, les résultats des analyses sont consignés dans le tableau suivant.

L'YEVRE

	Source	Emergence en contre Bas de la cuvette	Emergence à la sortie du lavoir	Au lavoir de Somme-Yèvre	à 1500 mètres en aval du village	au pont de la route de Vatinmoul à Bannière	Au barrage de Bannière	Le Rouillet Eau prélevée à 0,50 de profondeur à l'allure modernes
Degré hydrotimétrique total	17 5	17 5	17 5	17 5	17 5	18	18 5	18
Degré hydrotimétrique permanent	4	4	4	4	4 5	5	5	5
Résidu à 100°	500	500	550	550	450	550	450	600
Chlorures en NaCl	14 62	14 62	14 62	14 62	14 62	17 55	14 62	14 62
Sulfates en SO ³	traces				traces			traces
Silicium en SiO ²	2 00				2 00			3 00
Fer en Fe ² O ³	6 00				5 00			7 00
Aluminium en Al ² O ³								
Calcium en Ca O	106 00				102 00			104 00
Magnésium en MgO	traces				traces			traces
Matières organiques en O milieu alcalin	2 72	1 60	1 60	1 76	4 60	1 92	2 88	1 60
des sels ammoniacaux en NH ³	traces	0 03	0 03	0 03	0 09	traces	traces	0 06
des albuminoïdes et des amides en NH ³	0 03	0 06	0 06	0 06	0 03	0 09	0 09	0 09
nitreux en N ² O ³	0	0 01	traces	traces	0 02	0 02	0 03	0 01
nitrique en N ² O ⁵	40	10	10	10	40	10	10	10
Pour la prise d'essai					103			
Germes (1/10 de cm ³)	24				0			
B. Coli (1 cm ³)	0							

Les Résultats sont exprimés en milligrammes par litre.

Ce tableau montre assez clairement pour qu'il soit inutile d'insister, que les conclusions de l'analyse complète de ces eaux sont absolument identiques à celles que nous aurions obtenues en utilisant simplement la méthode des chlorures.

Pour mieux montrer encore l'importance de cette dernière, nous donnons ci-dessous l'analyse de quatre puits appartenant aux villages de Somme-Yèvre et de Dammartin situés sur la rivière.

PUITS DE LA VALLÉE DE L'YÈVRE

	Somme-Yèvre Puits		Dammartin Puits	
	Bonneestre	Jennequin	Cognon	Grilbois
Degré hydrotimétrique total	21	35	40	38
Degré hydrotimétrique permanent . .	6	12	13	17
Résidu à 100°	295	1232	1010	1438
Chlorures en Na Cl.	23 40	146 20	121 25	204 70
/ des sels ammoniacaux (en NH ³) .	Traces	0 49	0 21	0 09
AZOTE	des albuminoides et des amides			
	(enNH ³)	0 20	0 30	0 39
	nitreux en N ² O ³	Traces	Traces	Traces
	nitrique en N ² O ⁵	25	95	80
Matieres organiques en Oxygène.				
(Milieu alcalin).	2 08	7 20	3 40	6 08

CHAPITRE II

VALLÉE DE L'AUVE

L'Auve, petit affluent de la rive gauche de l'Aisne, dans laquelle elle se jette à Ste-Mènehould, a un cours d'environ vingt kilomètres. Cette rivière est orientée de l'Ouest à l'Est et creuse son lit au travers des mamelons crayeux qui précèdent l'Argonne.

L'Auve emprunte ses eaux aux sources de la craie dont les premières émergences se manifestent à l'extrémité d'une cuvette alluvionnaire assez large située à 1.500 mètres environ à l'Ouest du village d'Auve.

En parcourant cette cuvette, bordée d'arbres qui donnent à ce site champenois un peu de pittoresque, nous trouvons de nombreux points d'affleurement dont quelques-uns sont déjà ensablés.

Les autres prennent jour sous un talus crayeux recouvert de terre arable qui supporte de grandes cultures.

La vallée de l'Auve est, dans son ensemble, assez étroite ; ses eaux s'écoulent lentement sur un lit calcaire. Vers St-Mard et Gizaucourt, son lit disparaît presque au milieu de marais dont le plus important est celui de la Croix.

Pendant sa course elle donne la vie à quelques moulins et abrite, outre les villages que nous venons de citer, ceux d'Auve et de Dommartin-la-Planchette qui se sont tapis à l'ombre de ses arbres le long de la route nationale de Paris à Metz.

Tout le long de son cours, il faut signaler les nombreuses résurgences de la nappe dont la plus importante est celle de la Chapelle située au sud du hameau du même nom, bâti au sommet du coteau. Cette source estimée, à son juste prix par les habitants de ce pays dépourvu d'eau, a été jadis abritée par une construction rustique et protégée par un briquetage destiné sans doute à la préserver des souillures. Son emplacement a été marqué par des pins qui maintenant ont grandi et soulignent l'époque déjà lointaine à laquelle remonte son captage.

Le long de la vallée de l'Auve, nous avons prélevé neuf échantillons, procédé dans tous au dosage des chlorures et pour trois à l'analyse complète.

Les résultats consignés dans le tableau suivant affirment une fois de plus les conclusions de cette thèse.

	Source	Autre source sous 4 mètres de terrain	Source à la sortie du St Mard	A l'extrémité sud de l'étang de St Mard	Barrage en aval de St Mard	Dans le village de Saint Mard	Source de la Chapelle	de Somme Rapt	Abreuvoir de Gizaourt
Degré hydrotimétrique total	19 5	18					20		
Degré hydrotimétrique permanent	5	4					4		
Résidu à 100°	300	350					450		
Chlorures en NaCl	17 55	17 55	17 55	17 55	11 70	17 55	17 55	17 55	17 55
Sulfates en SO ³	traces	traces	traces				7 4		
Silicium en SiO ²	traces	traces	traces				traces		
Fer en Fe ⁺² O ³	{ traces }	{ traces }					traces		
Aluminium en Al ⁺² O ³	{ traces }	{ traces }					traces		
Calcium en Ca O	132 5	84 4					74 1		
Magnésium en Mg O	traces	traces					18		
Matières organiques en O (milieu alcalin) ..	1 60	1 60					2 08		
(des sels ammoniacaux en NH ³	0 03	0 03					traces		
(des albuminoïdes et des amides en NII ³ ..	0 06	0 06					0 09		
nitreux en N ² O ³	0	0					traces		
nitrique en N ² O ⁵	10	15					5		
Pour la prise d'essai { Germes (1/10 de cm ³)..	7	11					39		
/ B. Coli (1 cm ³).....	0	0					présence		

Nous trouvons sur le parcours de cette rivière dans différents villages, des puits souillés qui vont nous prouver que la méthode des Chlorures non seulement décèle la souillure, mais encore en mesure l'intensité.

PUITS DE LA VALLÉE DE L'AUBE

	Gizaucourt Puits			Dommarlin- la-Planchette Puits	
	Godart	Totblau	Michel	Cossu	Rollin
Degré hydrotimétrique total .	24	29	44	30	30
— permanent	5	10	16	9 5	10
Résidu à 100°	550	540	725	725	980
Chlorures en Na Cl.....	35 10	40 95	81 90	87 75	181 35
AZOTE {	des sels amm. en NH ³ ..	0 12	0 03	0 15	6, q.
	des albuminoides et des	0 12	0 18	0 38	0 35
	amides en NH ³				
	nitreux en N ² O ³	0 01	0	0 01	6. q.
	nitrique en N ² O ⁵	traces	50	120	30
Mat. organiques en Oxygène..					
Milieu alcalin.	3 20	1 76	2 88	3 20	6 24

CHAPITRE III

VALLÉE DE LA BIONNE

La Bionne, petit affluent de l'Aisne, se jette dans cette rivière à Vienne-la-Ville après un cours d'une quinzaine de kilomètres. Sur ses rives bordées d'arbres, nous trouvons les villages de Hans et de Courtémont.

Les premières sources de la Bionne apparaissent au jour à Somme-Bionne à l'extrémité d'une étroite cuvette au sol marécageux près du talus de la ligne du chemin de fer de Reims à Ste-Ménéhould. Cet important talus qui coupe la crête voisine en direction est-ouest a d'ailleurs été percé d'un petit tunnel destiné à drainer vers la cuvette où la Bionne prend

naissance toutes les eaux qui proviennent des crêtes de la partie ouest.

De jolies aubépines et quelques arbres marquent l'émergence supérieure, les autres s'étagent à la base d'éboulis calcaires. Elles donnent des eaux abondantes et claires qui rapidement se collectent pour former la rivière. Cette dernière coule alors lentement en contre bas de la route de Somme-Bionne à Hans.

Après Somme-Bionne la vallée s'élargit, le terrain se modifie et vers Hans nous voyons apparaître les « gaizes » de l'Argonne, terres humides sur lesquelles pousse une végétation variée et abondante. Près des rives, des vergers sont plantés et les pinèdes champenoises disparaissent pour faire place à la zone boisée des contre forts ondulés de l'Argonne.

Vers Courtémont, la rivière coule au milieu de marais où croissent avec abondance les prêles, les iris et les joncs.

Le lit de la Bionne repose maintenant sur des gaizes limoneuses, ses eaux ne sont plus transparentes elles resteront troubles jusqu'à Vienne-la-Ville.

Nous avons prélevé 7 échantillons de l'eau de cette rivière et procédé à 3 analyses complètes. Tous les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

LA BIONNE

	Source	Emergence à la station de la voie 60	à la sortie de Somme Bioulle	En aval de Hains	En amont de Courtemont	En aval de Courtemont	Au pont de Vienne-la-Ville
Degré hydrotimétrique total	16	17 55	17 55	17 55	20 5	21	
Degré hydrotimétrique permanent	4				5	5	
Résidu à 100°	200				200	220	
Chlorures en NaCl	17 55	17 55	17 55	17 55	17 55	17 55	17 55
Sulfates en SO_3	traces				5 08		
Silicium en SiO_2	traces				5 00		
Fer en $\text{Fe}^2 \text{O}_3$	traces				4 00		
Aluminium en $\text{Al}^2 \text{O}_3$	traces						
Calcium en CaO	98 8				111 6		
Magnésium en MgO	traces				5 00		
Matières organiques en O (milieu alcalin)	1 44				2 24		1 76
(des sels ammoniacaux en NH^3)	0				0 06	traces	
des albuminoïdes et des amides en NH^3	0 03				0 12	0 09	
nitreux en $\text{N}^2 \text{O}_3$	0				0 005	0 005	
nitrique en $\text{N}^2 \text{O}^5$	15				10	10	
Pour la prise d'essai	34				150		
{ Germes (1/10 de cm^3)					présence		
{ B. Coli (1 cm^3)	0						

Aux villages de Hans et de Courtémont situés sur la Bionne, nous avons fait trois prélèvements leur analyse montre comment grâce à la méthode appliquée, on met en évidence la souillure de ces eaux.

PUITS DE LA VALLÉE DE LA BIONNE.

	Hans Puits		Courtémont
	Lépine	21, G. Rue	Puits public
Degré Hydrotimétrique total.	»	24	33
Permanent	»	8	10
Résidu à 100°.....	»	»	700
Chlorures en Na Cl.....	128 72	58 50	10 30
des sels ammon. en NH^3	Présence	0 50	0 06
AZOTE	des albuminoides et des		
	amides en NH^3	»	0 24
	Nitreux en N^2O^3	0 02	0 03
	Nitrique en N^2O^5	»	60
Matières organiques en O.			
(Milieu alcalin).....	2 70	2 88	4 80



SOURCE DE LA BIONNE

CHAPITRE IV

VALLÉE DE LA TOURBE

La Tourbe qui coule de l'Ouest au Nord-Est, va se jeter dans l'Aisne à quelques kilomètres en aval de Vienne-la-Ville. Son cours a vingt-cinq kilomètres environ.

Les sources apparaissent au jour dans la partie la plus déclive d'une cuvette alluvionnaire dont le sens de la plus grande pente va de la route de St-Jean-sur-Tourbe à la route de Somme-Bionne.

L'aire de cette cuvette forme la partie basse de Somme-Tourbe, modeste village de 200 habitants aujourd'hui presque entièrement détruit. Tout autour, on y voit des habitations, des baraquements, des abreuvoirs et au centre des puits ont été creusés ;

leur profondeur est de 4 m. 50. Ils débitent journellement des milliers de litres d'eau pour l'alimentation des hommes et des animaux.

Malheureusement aucun périmètre de protection n'a été fixé pour empêcher la pollution des eaux, pollution d'autant plus redoutable que nous nous trouvons sur un terrain plus perméable.

Là encore comme partout en Champagne, de nombreuses émergences prennent jour soit au milieu des alluvions, soit sur le talus calcaire limitant la cuvette vers le sud. Elles fournissent une eau claire, abondante qui se rassemble et se creuse un lit entre les vallonnements de craie parfois recouverts d'un mince traversin de terre arable.

En quittant Somme-Tourbe la rivière roule ses eaux vers le hameau de la Salle et le village de St-Jean-sur-Tourbe. La vallée devient plus étroite et assez profonde, elle le demeurera jusqu'aux abords de Wargemoulin où elle s'élargit quelque peu. Puis elle va continuer de dérouler son ruban argenté vers l'Est en traversant Minaucourt, Virginy et Ville-sur-Tourbe pour se jeter dans l'Aisne.

Six échantillons d'eau de cette rivière ont été prélevés en différents points, leurs analyses consignées dans le tableau suivant montrent encore le bien fondé de nos conclusions.

LA TOURBE.

	Sources	Émergence sous la route	Autre source	A la Salle	En aval de Laval	En amont de Wargemoulin
Degré hydrotimétrique total			16	14	15	14
Degré hydrotimétrique permanent			4	3 5	3 5	3 5
Résidu à 100°			230	150	150	180
Chlorures en NaCl.	14 62	17 55	20 47	14 62	17 55	14 62
Sulfates en SO ³			5 4		traces	
Silicium en SiO ²			traces		traces	
Fer en Fe ² O ³			traces		traces	
Aluminium en Al ² O ³						
Calcium en Ca O.			94 7		91 4	
Magnésium en MgO.			traces		traces	
Mat. organiques en Oxygène. Milieu alcalin.			1 44	1 60	1 44	1 76
AZOTE (des sels ammoniacaux en N II ³ , des albuminoïdes et des amides en NH ³ , nitreux en N ² O ³ , nitrique en N ² O ⁵)			0	0 09	0 06	0 09
			0 06	0 06	0 18	0 09
			0	traces	traces	traces
			20	10	10	10
Pour la	{ Germes 1/10 de c. c.		98		840	
prise d'essai		{ B. Coli 1 c. c.	0		présence	

Les puits en service dans cette vallée sont récents, les anciens ayant été détruits par la guerre, aussi n'y trouvons-nous pas de souillures massives. La méthode des chlorures permet cependant de se rendre compte que certains sont déjà souillés, comme le montre le tableau suivant :

PUITS DE LA VALLÉE DE LA TOURBE

	Somme-Tourbe puits du bazar creusé sur l'aire des émergences	Warge- moulin Puits des Balcons	Minaucourt Puits	
			de l'Eglise	Mairie
Degré hydrotimétrique total	14	22	19	18 5
Degré hydrotimétrique permanent . .	9	7	7	10
Résidu à 100°	295	»	495	390
Chlorures en Na Cl	20 47	23 40	26 32	17 55
AZOTE {	des sels ammoniacaux en NH^3 .	0 06	G. Q.	0 03
	des albuminoides et des amides			
	en NH^3	0 06	»	0 12
	nitreux en $\text{N}^2 \text{O}^3$	0	0 04	Présence
nitrique en $\text{N}^2 \text{O}^5$	15	»	50	70
Matières organiques en Oxygène (Milieu alcalin)	1 28	9 60	1 28	2 40

CHAPITRE V

VALLÉE DE LA SUIPPE

La Suippe, tributaire de l'Aisne, est une des rivières les plus importantes de la région, sinon par la longueur de son cours qui est d'environ 90 Kilomètres, du moins par son importance économique. Elle fait en effet mouvoir un grand nombre d'usines diverses et donne leur vie aux centres industriels de la vallée dont les plus importants sont incontestablement Pont-Faverger et Suippes.

Elle coule constamment vers le Nord-Ouest au fond d'une vallée mollement accusée, dont les terres voisines se montrent plus fertiles, et sur les bords de laquelle de nombreux petits villages allongent à l'infini la ligne de leurs maisons de torchis et de bois.

Les sources de la Suippe au village de Somme-Suippe prennent jour dans une cuvette assez vaste et peu profonde qui s'étend vers la partie Nord du village au delà de la route qui conduit à Somme-Tourbe.

Le sol de cette cuvette, orientée Nord-Sud, est constitué par des dépôts alluvionnaires où de nombreuses sources prennent jour en éventail sur son pourtour. La plus importante émergence a été grossièrement captée en contre-bas d'un cimetière, dans les caves d'une maison habitée et cette eau

que nul n'a eu souci de protéger, apparaît au jour à l'entrée d'un lavoir.

Les terrains qui avoisinent son lit immédiat, sont manifestement souillés par les déchets de la vie, que l'odorat seul suffit à relever. Nous verrons du reste, que c'est la seule eau de la Champagne poudreuse qui promène le long de son cours un taux de chlorures manifestement supérieur à tous ceux que l'on rencontre dans la région. Comme elle semble s'abreuver à la même nappe qui donne naissance aux neuf autres vallées étudiées, nous sommes obligés de constater une fois de plus qu'ici comme ailleurs la teneur en chlore situe et mesure la souillure.

Au sortir de Somme-Suippe la rivière va décrire ses méandres le long d'une vallée ombragée qui projette sa tache verdoyante au travers du pays poudreux, puis elle va donner la vie au centre industriel de Suippes. Malgré toutes les souillures reçues de ce fait « ses ondes restent cristallines encore » et ses rives vont distribuer autour d'elle vers Jonchery et St-Hilaire « une fraîcheur d'autant plus exquise au sein de ces plaines crayeuses où le soleil se réverbère d'aveuglante façon » (1)

Et maintenant ses rives s'allongent au pied du massif de Moronvilliers. On comprendra que nous n'avons pu étudier plus loin en ce moment le cours de cette rivière dont nous ne connaissons que trop le prix.

Quatre prélèvements ont été faits dans la partie encore accessible ; leurs résultats consignés dans le tableau suivant confirment nos conclusions.

(1). Ardouin Dumazet, *Série 20. Voyages autour de la France* (Berger-Levrault, Editeurs, Paris).

LA SUIPPE

	Source	à Jonchery	à Suippes	Au château de Navilly
Degré hydrotimétrique total	15 5		16	15
Degré hydrotimétrique permanent	4		4	3 5
Résidu à 100°	200		200	200
Chlorures en NaCl	20 47	29 25	20 47	20 47
Sulfates en SO ³	traces			3 8
Silicium en SiO ²	traces			4
Fer en Fe ² O ³	traces			{ 3 00
Aluminium en Al ² O ³				
Calcium en Ca O	108 7			100 4
Magnésium en MgO	traces			traces
Matières organiques en O milieu alcalin	1 28		2 08	2 40
des sels ammoniacaux en NH ³	0		0 06	0
des albuminoïdes et des amides en NH ³	0 09		0 18	0 18
nitreux en N ² O ³	0		0 01	traces
nitrique en N ² O ⁵	20		10	10
Pour la prise d'essai { Germes (1/10 de cm ³)	57			360
{ B. Coli (1 cm ³)	0			présence

AZOTE

Pour cette rivière, nous constatons à la source un taux élevé de chlorures supérieur à celui que l'on rencontre dans les autres eaux de la Champagne. De suite, on doit penser à une souillure initiale, qui ne peut surprendre d'ailleurs, quand on parcourt la cuvette où naissent les sources de la Suippe. Notons en passant, qu'aucun autre chiffre de l'analyse ne permet de la soupçonner et cependant elle s'affirme dans la suite, à chacune de nos analyses.

C'est qu'à la source les matières organiques et les germes ont été en quelque sorte retenus en partie par le mode de captage, alors que les chlorures restent seuls dans l'analyse les témoins irréfutables de la souillure.

Les puits récemment creusés dans les villages arrosés par cette rivière, fournissent des eaux dont la composition est nettement supérieure à celle de la source de la Suippe, nous le montrerons lorsque nous les étudierons.

Dans le tableau suivant, nous consignons l'analyse de deux puits dont les souillures sont semblables à celles de la rivière et qui sont creusés dans des villages riverains de cette dernière.

PUITS DE LA VALLÉE DE LA SUIPPE

	Jochery- sur-Suippes Puits public	Somme-Suippe Puits Maison-Darrière
Degré hydrotimétrique total	19	22
Degré hydrotimétrique permanent . .	6	»
Résidu à 100°	600	»
Chlorures en Na Cl	23 40	23 40
des sels ammoniacaux en NH^3	0 03	Présence
des albuminoïdes et des amides		
en NH^3	0 03	»
nitreux en $\text{N}^2 \text{O}^3$	0	G. Q.
nitrique en $\text{N}^2 \text{O}^5$	25	»
Matières organiques en Oxygène (Milieu alcalin)	3 04	3 80

CHAPITRE VI

VALLÉE DE LA NOBLETTE

La Noblette est un petit ruisseau d'une vingtaine de kilomètres de longueur qui arrose la partie sud du Camp de Châlons comme le Cheneu en borde à Mourmelon la partie Nord.

Elle va de l'Est à l'Ouest dans une vallée peu profonde, dominée d'une trentaine de mètres par quelques accidents du sol que les habitants du pays ont orgueilleusement appelés monts : tel à gauche, le mont Gravonne, à droite, le mont des Vignes.

C'est sur les rives de la Noblette auprès du mont des Vignes qu'on a cru retrouver les vestiges du camp d'Attila.

Les sources de la Noblette sont situées à quelques mètres au nord de la route de Bussy à La Croix en Champagne près du village de St-Remy-sur-Bussy. Elles apparaissent au jour sous des éboulis calcaires dans une cuvette évasée et peu profonde entourée d'arbres au milieu de terrains de grande culture. Ses eaux assez peu abondantes coulent lentement sur un lit garni de calcaire limoneux et

baignent les villages de Bussy-le-Château, La Cheppe, Cuperly, Vadenay en aval duquel elles vont grossir la Vesle.

Six échantillons de cette rivière ont été prélevés et leurs analyses consignées dans le tableau suivant montrent pour cette vallée, comme pour les précédentes, l'importance de la méthode des Chlorures.

LA NOBLETTE

	Source	En aval de Saint-Rémy	Bussey-le-Château	à la Chapelle	An camp en aval de la Chapelle	En aval de Cuperly
Degré hydrotimétrique total	17	16			16	
Degré hydrotimétrique permanent	5	4 5			4 5	
Résidu à 100°	300	230			250	
Chlorures en NaCl	14 42	17 55	17 55	17 55	17 55	17 55
Sulfates en SO ³	traces	traces			traces	
Silicium en SiO ²	traces	traces			traces	
Fer en Fe ² O ³	traces	traces			traces	
Aluminium en Al ² O ³	traces	traces			traces	
Calcium en CaO	93 05	87 7			73 6	
Magnésium en MgO	traces	traces			traces	
Mat. organiques en Oxygène. Milieu alcalin.	1 92	1 44			1 76	
(des sels ammoniacaux en N H ³	traces	0			traces	
(des albuminoïdes et des amides en N H ³	0 09	0 03			0 03	
(nitreux en N ² O ³	traces	0			traces	
(nitrique en N ² O ⁵	10	15			15	
Pour la prise d'essai	70	462			570	
	{	{			présence	
	Germes 1/10 de c. c.	B. Coli 1 c. c.				

Nous trouvons encore dans cette vallée des puits manifestement souillés. Le taux des chlorures en mesure l'intensité comme le montre le tableau ci-dessous.

PUITS DE LA VALLÉE DE LA NOBLETTE

	St-Remy-sur-Bussy Puits Mathieu	La Chappe Puits Herbillon	Vadenay Puits Bicol
Degré hydrotimétrique total .	24	22 5	40
— permanent	6	4 50	14
Résidu à 100°	850	650	580
Chorures en Na Cl.....	67 28	99 45	70 20
AZOTE { des sels amm. en NH^3 ..	Traces	2 10	0 12
des albuminoides et des			
amides en NH^3	0 24	0 66	0 39
nitreux en $\text{N}^2 \text{O}^3$	Trac. Inf.	Traces	Traces
nitrique en $\text{N}^2 \text{O}^5$	140	100	120
Mat. organiques en Oxygène..			
Milieu alcalin.....	2 50	3 84	2 72

CHAPITRE VII

VALLÉE DE LA VESLE

La Vesle est la plus longue des rivières qui prennent naissance dans la craie Champenoise : plus de 120 Kilomètres.

Avant de se jeter dans l'Aisne elle contribuera à donner la vie aux pays qu'elle traverse, et de même que la Suippe elle joue un rôle considérable dans la vie industrielle de Reims et de Fismes pour ne citer que les centres les plus importants.

Ses eaux, peu profondes et peu abondantes se collectent à l'extrémité Nord d'une cuvette alluvionnaire qui se trouve à un kilomètre environ au Nord du village de Somme-Vesle.

Les sources qui émergent sur les bords de cette cuvette viennent au jour sous un plateau crayeux de 4 à 5 mètres recouvert d'un traversin limoneux assez fertile. Elles s'écoulent lentement et forment un petit bassin aux eaux claires et limpides d'où partira la rivière . Les rives sont bordées d'arbres qui vont ombrager son lit de limon calcaire.

Mollement, ses ondes glissent au pied des maisons du curieux village de Courtisols, long de plus de sept kilomètres. Le génie agricole des habitants a transformé ce pays qui contraste singulièrement avec les environs. Là des pinèdes, voire quelques

savarts, ici des terres fertiles et des prairies artificielles où les agriculteurs pratiquent l'élevage du gros bétail.

En quittant Courtisols le cours de la Vesle s'infléchit vers le Nord-Ouest, sa vallée reste peu profonde. De nombreux villages se sont groupés sur ses bords : ce sont St-Etienne, Dampierre, St-Hilaire en aval duquel elle reçoit les eaux de la Noblette comme elle recueillera après Bouy et Livry celles du Cheneu qui coule près des baraquements du camp de Châlons, dans un étroit ravin sous les saules et les peupliers.

Plus au nord, ce sont les villages de Sept-Saulx, Thuisy, Prunay, cachés au fond de la vallée assez large en cet endroit et qui s'étale de part et d'autre de la montagne de Reims et du massif de Moronvilliers.

Elle quitte ensuite la Champagne pouilleuse pour se traîner paresseusement vers Reims et vers l'Aisne.

Nous avons procédé à huit prélèvements divers de cette eau que nous voyons se souiller de plus en plus de Somme-Vesle à Sept-Saulx, comme le montre le tableau suivant, soit qu'on y interprète la méthode des chlorures ou l'analyse générale.

LA VESLE

	Source	au pont de Saint Martin	l'Epine à	Au pont de St Etienne au Temple	à Vadenay	à Bouy	à Livry-sur-Vesle	à Sept - Saulx
Degré hydrotimétrique total	15		15				15	
Degré hydrotimétrique permanent	4		4				4	
Résidu à 100°	250		250				300	
Chlorures en NaCl	14 62	17 55	17 55	14 62	23 40	17 55	17 55	17 55
Sulfates en SO ³	4 1		10 2				11 6	
Silicium en SiO ²	traces		traces				traces	
Fer en Fe ² O ³	traces		traces				traces	
Aluminium en Al ² O ³	traces		traces				traces	
Calcium en Ca O	80 7		94 2				94 2	
Magnésium en MgO	traces		traces				4	
Matières organiques en O (milieu alcalin)	1 28		1 12				2 40	
des sels ammoniacaux en NH ³	0		traces				0	
des albuminoïdes et des amides en NH ³	0		0 03				0 12	
nitreux en N ² O ³	0		traces				traces	
nitrique en N ² O ⁵	20		20				20	
Pour la prise d'essai	23		772				998	
Germes (1/10 de cm ³)			présence				présence	
B. Coli (1 cm ³)	0							

Le tableau suivant donnant la composition des eaux de quelques puits creusés dans les villages situés sur les bords de la Vesle, montrera combien il est facile, avec la seule méthode des chlorures, de déceler une souillure.

PUITS DE LA VALLÉE DE LA VESLE

	Courtisot Puits Monteil	L'Épine Puits Baudran	Sept-Saulx Puits du Moulin
Degré Hydrotimétrique total.	25	26	29
— — Permanent	8	9	8
Résidu à 100°.	»	»	520
Chlorures en Na Cl.	26 65	40 95	58 50
des sels ammon. en NH^3	0 15	0 09	0 60
AZOTE {	des albuminoides et des		
	amides en NH^3	0 38	0 15
	Nitreux en N^2O^3	traces	0 07
	Nitrique en N^2O^5	60	100
Matières organiques en O.			
(Milieu alcalin).	5 20	6 08	3 68

CHAPITRE VIII

LA VALLÉE de la MARNE

dans la Champagne Pouilleuse

La Marne, cette grande rivière qui devait une fois de plus illustrer ses rives, limite dans une partie de son parcours le territoire que nous avons étudié, aussi avons-nous cru indispensable de faire sur ses eaux plusieurs prélèvements qui viendront compléter notre étude.

Sur ses rives se trouve Châlons. Nous avons pu et pouvons encore tous les jours en surveiller les eaux d'alimentation par cette méthode des Chlorures qui nous a permis bien des fois de vérifier le bon fonctionnement de cet important service municipal. A la moindre fausse manœuvre, nous étions avertis par la variation du taux des chlorures et des matières organiques, et nos visites à l'usine nous permettaient de nous rendre compte de la sensibilité de la méthode mise en œuvre.

Depuis trois ans la composition de cette eau est restée sensiblement la même.

Nous en donnons ci-dessous l'analyse type qui pourra être utilement comparée à celles de la rivière

Moyenne de 900 analyses

	Printemps Eté	Automne Hiver
Degré hydrotimétrique total	19	20
— Permanent	5	5
Chlorures en Na Cl.	14 62	14 62
Matières organiques en O. (mil. alcalin)	0 96	1 24
AZOTE { des sels ammoniacaux en NH^3	0	Traces
{ des Album et des Amides en NH^3	0 06	0 09
{ Nitreux en $\text{N}^2 \text{O}^3$	0	0
{ Nitrique en $\text{N}^2 \text{O}^5$	5	0

Nous ne décrivons pas ici une vallée dont nous ne pouvons parcourir qu'une partie ; nous dirons seulement que la Marne coule sur un lit sablonneux calcaire, au milieu d'alluvions modernes qui enrichissent tous les jours la plaine crayeuse et blanche de la Champagne Pouilleuse.

Si nous comparons les résultats ci-dessus à ceux qui nous sont fournis par l'analyse des divers échantillons prélevés dans la rivière nous voyons que cette dernière renferme un excès de chlorures : 17,55 au lieu de 14,62 et nous ne serons pas étonnés de trouver à certains endroits jusqu'à 2,24 de matières organiques et même du Coli.

Encore une fois ce sont là des résultats prévus.

LA MARNE

à Méry-sur-Marne		a sogny	au barrage de Châlons	À la ville du Saut de la Sabie	en amont de Matongues	en aval de Matongues
Degré hydrotimétrique total	18	18		19	19	
Degré hydrotimétrique permanent	4 5	4 5		4 5	4 5	
Résidu à 100°	360	420		400	400	
Chlorures en NaCl	17 55	17 55	17 55	17 55	17 55	17 55
Sulfates en SO ³	5			5	5	
Silicium en SiO ²	traces			traces	traces	
Fer en Fe ² O ³	traces			traces	traces	
Aluminium en Al ² O ³	traces			traces	traces	
Calcium en CaO	95 5			94 7	95 8	
Magnésium en MgO	4 00			5 00	4 00	
Matières organiques en O milieu alcalin	1 60	1 76	1 44	1 76	1 60	1 24
des sels ammoniacaux en NH ³	0 03	traces		0	0 06	
des albuminoïdes et des amides en NH ³	0 09	0 06		0 06	0 06	
nitreux en N ² O ³	traces	traces		0 01	0 01	
nitrique en N ² O ⁵	5	5		5	5	
Pour la prise d'essai	{ germes (1/10 de cm ³) ... 463			520	580	
	{ B.Coli (1 cm ³) ... présence			présence présence		

AZOTE

A côté de l'eau distribuée par le service des eaux, il y a sous la Ville de Châlons une nappe profonde souillée, comme nous le montrent les analyses des puits suivants, tous creusés dans diverses cours des maisons de la Ville.

PUITS

	Rue d'Atila	Rue Titon	Place aux chevaux	Usine à Gaz	Rue St-Etoi
Chlorures en NaCl.....	64 35	58 50	81 90	81 90	40 95
Ammoniaque	présence	présence	grande quantité	grande quantité	présence
Nitrites	présence	présence	présence	grande quantité	néant
Matières organiques en O mil. alca.	2 88	3 26	3 68	5 76	2 08

Ce tableau montre que la souillure de ces puits est nettement d'origine animale, ce que le taux des chlorures permettrait d'affirmer seul.

Cela n'aura rien d'étonnant lorsque nous aurons dit que ces puits voisinent le plus souvent avec les fosses d'aisances qui partout sont ici des fosses fixes.

CHAPITRE IX

VALLÉE DE LA COOLE

La vallée de la Coole s'étend à gauche de la vallée de la Marne. Assez peu boisée et assez peu profonde, elle abrite le lit sablonneux de la rivière sur lequel coulent lentement des eaux limpides et transparentes.

La Coole prend naissance vers la partie sud du petit village du même nom.

Elle est formée par la réunion des eaux des sources qui prennent jour en éventail sous les éboulis calcaires limitant la cuvette alluvionnaire au milieu de laquelle s'est creusé le lit du ruisseau. L'émergence la plus abondante provient de l'extrémité

sud et prend jour sous un talus crayeux de 3 à 4 m. ; ses eaux claires sont assez abondantes.

Vers la partie ouest de la cuvette, les sources sont plus basses et plus éloignées, les primitives étant ensablées au moment de notre passage.

Après avoir traversé Coole, la rivière va couler pendant quelque temps entre deux falaises crayeuses, puis peu à peu la vallée s'élargit, abritant une dizaine de villages dont le plus important est celui d'Ecury-sur-Coole.

Elle donne la vie à un grand nombre de moulins et d'usines disposés le long de son parcours et créant dans cette petite vallée assez pittoresque, une animation à laquelle on n'est pas accoutumé en Champagne Pouilleuse. A Coolus, petit village en amont de Châlons, après un cours d'une trentaine de kilomètres, elle déverse ses eaux dans la Marne.

Huit échantillons ont été prélevés. Leurs analyses montrent combien il est facile avec la méthode des Chlorures d'étudier une eau et d'en suivre les souillures.

LA COOLE

	Source	Emergence sous alluvions	En amont de Coupetz	En amont de Nuisement	En aval de Nuisement	En amont d'Beury	Pont d'Beury	En aval d'Beury
Degré hydrotimétrique total	13 5		13					
Degré hydrotimétrique permanent	3 5		3 5					
Résidu à 100°	250		300					
Chlorures en NaCl	14 62	14 62	14 62	14 62	17 55	17 55	17 55	20 47
Sulfates en SO ³	4 8		4 1					
Silicium en SiO ²	traces		traces					
Fer en Fe ² O ³	traces		traces					
Aluminium en Al ² O ³								
Calcium en Ca ()	90		94 5					
Magnésium en MgO	traces		traces					
Matières organiques en O (milieu alcalin)	1 12		1 60					
des sels ammoniacaux en NH ³	0		0					
des albuminoïdes et des amides en NH ³	0 03		0 06					
nitreux en N ² O ³	0		0					
nitrique en N ² O ⁵	5		10					
Pour la prise d'essai { Germes (1/10 de cm ³) B. Coli (1 cm ³)	96 0		244 0					

Les Résultats sont exprimés en milligrammes par litre.

L'analyse de quelques puits anciens ci-dessous mentionnés permettra d'affirmer encore davantage le bien fondé de cette méthode.

PUITS DE LA VALLÉE DE LA COOLE

	Coolus Puits de la Gare	Cernon Puits Guérin	Vési- gneul Pompe Hotel- de Ville
Degré Hydrotimétrique total.	27	15	30
— — Permanent	7	10	10
Résidu à 100°.....	»	505	805
Chlorures en Na Cl.....	26 32	58 50	46 90
AZOTE {	des sels ammon. en NH^3	Présence	0 12
	des albuminoides et des		
	amides en NH^3	»	0 28
	Nitreux en N^2O^3	Présence	0 01
	Nitrique en N^2O^5	»	60
Matières organiques en O. (Milieu alcalin).....	2 56	4 32	2 88



SOURCE DE LA COOLE

CHAPITRE X

VALLÉE DE LA SOUDE

La Soude est une petite rivière qui a pour origine de nombreuses sources. Elles apparaissent au jour dans une cuvette assez étroite située en contre bas de Soudé-Ste-Croix, petit village champenois de 250 habitants.

L'une des émergences les plus abondantes apparaît à l'extrémité d'une rue du village, sous un talus calcaire de trois à quatre mètres.

Un grand nombre d'autres sources vont se faire jour au travers de la craie, sous les racines des grands arbres qui poussent tout autour de la cuvette délimitant la ligne d'affleurement des sources.

Elle va promener ses eaux assez abondantes au fond d'une vallée étroite et profonde arrosant les villages de Soudé-Notre-Dame, Dommartin, Bussy, Lettrée, Vatry et Soudron.

En aval de ce dernier village, elle reçoit la Somme qui a pris naissance à Somme-Sous également dans la craie Champenoise. Le régime de la Somme ne se différencie pas de celui de la Soude. Cette dernière continue sa course vers le Nord donnant la vie à quelques villages dont les plus importants sont Pocancy et Champigneul. En aval de ce dernier, capricieuse, elle décrit de nombreux méandres au milieu de marécages et, au delà de Jalons, elle va se diviser à nouveau en deux branches; l'une se jette dans la Marne tandis que l'autre, la rivière des Tarnauds, s'infléchissant vers l'ouest, coule encore pendant une vingtaine de kilomètres le long de la vallée de la Marne qu'elle va grossir près d'Epernay.

Les rives de la Soude et de la Somme-Soude sont boisées, les plateaux calcaires sont recouverts d'un traversin de terre arable assez abondante, qui donne à cette partie de la Champagne Pouilleuse une fertilité que l'on trouve assez peu fréquemment ailleurs.

Nous avons prélevé huit échantillons d'eau de cette rivière. Leur analyse nous permet de constater que les conclusions de la méthode des Chlorures concordent encore avec celles de l'analyse complète comme le montre le tableau suivant :

LA SOUDE

Source	Source	Pont de Vozys	Pont de Lormes	Layon de Champenud	Pont de Champenud	En amont de Lormes
Degré hydrotimétrique total	15	15				15
Degré hydrotimétrique permanent	3 3	3 5				3 5
Résidu à 100°	250	250				250
Chlorures en NaCl	17 15	17 55	17 55	17 55	17 55	17 55
Sulfates en SO_4	4 1	4 8	20 47			4 8
Silicium en SiO_2	0	0				traces
Fer en Fe^{2+3}	traces	traces				traces
Aluminium en Al^{2+3}						
Calcium en CaO	75 00	91 00				91 00
Magnésium en MgO	4 00	traces				4 00
Matières organiques en O_2 (milieu alcalin)	1 12	1 28				1 92
des sels ammoniacaux en N^{2+3}	0 06	0				0 00
des albuminoïdes et des amides en N^{2+3}	0 03	0 05				0 12
nitreux en N^{2+3}	0	0				0
nitrique en N^{2+3}	10	10				10
Pour la prise d'essai	372	128				336
Germes (1/10 de en. ³)		0				présence
B. Coli (1 en. ³)						

Les Résultats sont exprimés en milligrammes par litre.

Dans cette vallée se trouvent des puits très souillés
comme le montre encore le tableau ci-dessous :

PUITS DE LA VALLÉE DE LA SOUDE

	Chaintrix Puits M. Renau- din	Matongues Puits Bouvalet	Jâlons-les-Vignes Puits Ferme X... Collard
Degré hydrotimétrique total.....	24	33	38
Degré hydrotimétrique permanent ..		8	
Résidu à 100°.....		600	
Chlorures en Na Cl.	53 50	58 50	117 00
des sels ammoniacaux (en NH^3) .	Présence	0 18	Présence
des albuminoïdes et des amides (en NH^3)		0 42	
nitreux en $\text{N}^2 \text{O}^3$	0 04	Traces	Présence
nitrique en $\text{N}^2 \text{O}^5$			0 10
Matières organiques en Oxygène. (Milieu alcalin).....	1 12	4 80	3 04



PUITS RECENT A S ..

CHAPITRE XI

PUITS RÉCENTS

Il nous paraît utile pour compléter cette étude, de donner ici les analyses de certains puits récemment creusés dans les vallées que nous venons d'étudier ; elles nous montreront que, à côté d'eaux souillées, il peut en exister de potables ; nous verrons ainsi que les alluvions anciennes et modernes peuvent être de bons terrains filtrants, si on sait protéger l'aire sur laquelle on désire procéder aux forages.

Ceux dont l'analyse est consignée dans le tableau suivant, ont de 5 à 10 mètres de profondeur en moyenne et donnent tous de l'eau potable.

Ils sont simplement cloisonnés jusqu'au bas et parfois clayonnés sur 3 ou 4 mètres de profondeur ; puis entourés de sable sur une largeur de 50 centim. à un mètre environ, et protégés par un couvercle laissant seulement passer le tuyau de la pompe aspirante et foulante. Un périmètre de protection, parfois même assez petit, les préserve des souillures immédiates.

On pourrait croire a priori qu'il doit être insuffisant, il n'en est rien cependant, ces puits donnant, nous venons de le dire de l'eau potable, tandis que les forages anciens ne fournissent que des eaux détestables, comme nous l'avons démontré en étudiant chacune de nos vallées.

On se rendra compte de ces faits en parcourant le tableau suivant. La méthode des Chlorures s'applique encore ici.



PUITS RECENT A M...



PUITS RECENT A B .

CONCLUSIONS

Les très nombreux résultats consignés dans cette thèse montrent que la méthode des Chlorures permet :

1° De se rendre rapidement compte de la valeur d'une eau.

2° D'y déceler en quelques minutes la nature animale ou végétale des souillures qu'elle pourrait renfermer.

3° D'en mesurer l'intensité.

4° De la situer.

Dans l'étude des eaux de la Champagne Pouilleuse, sa mise en œuvre nous a permis d'arriver en 45 minutes à des résultats que l'analyse complète venait confirmer longtemps après. Ce sont là des faits que l'on ne saurait trop faire connaître et c'est pourquoi nous avons voulu apporter notre modeste contribution à cette œuvre.

Disons encore que cette méthode très rapide peut être employée partout, qu'elle ne nécessite qu'un outillage des plus simples et un minimum de réactifs faciles à se procurer.

Il faut, comme nous l'avons fait, procéder aux divers dosages et recherches préconisés par cette

méthode, en plein vent au bord des rivières ou près des puits, pour se rendre compte de tout ce qu'elle a de pratique et de la valeur qu'on doit attacher aux renseignements qu'elle fournit.

Vu, bon à imprimer :

Le Président de la thèse,

C. MOUREU.

Vu :

Le Directeur de l'Ecole

H. GAUTIER.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris :

L. LIARD.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- F. Malméjac.* — L'eau dans l'alimentation. (Alcan, éditeur, Paris 1902).
- Bernard Palissy.* — Discours admirables de la nature des eaux et des fontaines. (Paris 1580).
- Pierre Perrault.* — De l'origine des fontaines.
- Descartes.* — Principes de la philosophie.
- J. Degoussée.* — Guide du Sondeur. (Paris 1847).
- E. A. Martel.* — Les eaux souterraines. (Flammarion, édit.).
- E. A. Martel.* — Traité d'hygiène. Tome II, p. 128. (Baillières, Paris 1906).
- Lévy et Miquel.* — Annuaire de l'Observatoire municipal de Paris (1900).
- F. Malméjac.* — L'alimentation en eau potable des armées en campagne. (Chapelot, édit. Paris 1902).
- F. Malméjac.* — Méthode rapide et sûre d'appréciation des eaux d'alimentation. (Compte-rendu du Congrès pour l'avance des Sciences, Lille 1909).
- E. Duclaux.* — Moyen d'examen des eaux potables (A. I. P. 1894).
- F. Malméjac.* — Comment épurer son eau. (Vigot, édit. Paris 1907).
- Ch. Girard.* — Méthode d'analyse des eaux potables (Rev. hyg. février 1893).

Pouchet et Bonjean. — Contribution à l'analyse des eaux potables. (Ann. d'Hyg. publ. et de méd. lég. févr. 1897).

H. Lajoux. — L'eau potable. (Michaut, éditeur Reims, 1900).

M. Martel. — La contamination des sources dans les terrains calcaires. (Revue scientifique, 22 janvier 1868).

Thomot. — Les sources de la craie et la fièvre typhoïde (Presse méd. 14 février 1900).

F. Baucher. — — Analyse chimique et bactériologique des eaux potables et minérales. Epuration. (Vigot, édit. Paris 1904).

J. Gasser. — Analyse biologique des Eaux potables. (Masson, édit. Paris 1900).

Ardouin-Dumazet. — Séries 20 et 21. Voyages autour de la France. (Berger-Levrault, édit. Paris 1906).

Guichard. — Analyse chimique et purification des eaux potables. (Masson, édit. Paris.)

F. Malméjac. — Contribution à l'étude chimique des matières organiques des eaux. (Crépin-Leblond, Edit. Nancy 1900).

H. Labit. — L'eau potable et les maladies infectieuses. (Masson, édit. Paris 1903).

H. Vincent. — Sur la signification du *bacillus Coli* dans les eaux potables. (Ann. I. P. 25 avril 1905)

A. Gautié. — Détermination quant. du *Coli* dans les eaux d'alimentation. (Ann. I. P. 25 fév. 1905)

H. Vincent. — Technique de l'isolement et du dénombrement du *Colibacille*. (Ann. I. P. 25 avril 1905, page 243).

F. Malméjac. — Rôle hygiénique des matières organiques des eaux. (Rev. scient. 12 août 1905).

F. Malméjac. — Rôle hygiénique des germes de l'eau. (Rev. scient. 10 fév. 1906).

Imbeaux. — Les eaux potables et leur rôle hygiénique dans le département de Meurthe-et-Moselle. (Imp. Nancéenne, Nancy 1897).

L. de Launay. — Géologie pratique. (Colin, édit. Paris 1916).

E. S. Auscher. — L'art de découvrir les sources et de les capter. (Baillières, édit. Paris 1913).

A. de Lapparent. — Abrégé de Géologie. (Masson, édit. Paris 1911)

TABLE DES MATIERES

1^{re} PARTIE

De l'IMPORTANCE du DOSAGE des CHLORURES.

Introduction	1
Généralités	3
Chapitre I. — Mode de formation des nappes et des sources	7
Chapitre II. — Les souillures de l'Eau	13
Chapitre III. — Méthodes d'analyses employées	17
Chapitre IV. — Méthode des Chlorures.....	25
Chapitre V. — Interprétation des résultats de l'analyse.....	29

2^e PARTIE

APPLICATION aux EAUX de la CHAMPAGNE POUILLEUSE

Généralités géographiques, géologiques.....	41
Chapitre I. — Vallée de l'Yèvre.	45
Chapitre II. — Vallée de l'Auve.....	49
Chapitre III. — Vallée de la Bionne	53
Chapitre IV. — Vallée de la Tourbe.	59
Chapitre V. — Vallée de la Suippe.....	63
Chapitre VI. — Vallée de la Noblette	67
Chapitre VII. — Vallée de la Vesle..	71
Chapitre VIII. — Vallée de la Marne dans la Cham pagne Pouilleuse	75
Chapitre IX. — Vallée de la Coole	79
Chapitre X. — Vallée de la Soude	85
Chapitre XI. — Puits récents.....	91
Conclusions	95
Index bibliographique	97

